

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-088670

(43)Date of publication of application : 03.04.2001

(51)Int.Cl.

B60T 8/24

(21)Application number : 11-272597

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 27.09.1999

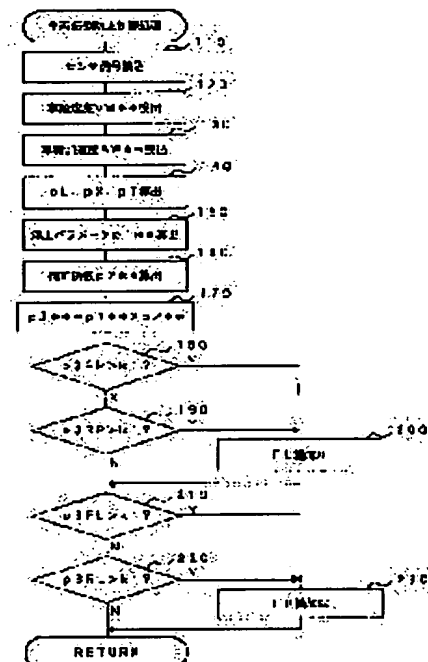
(72)Inventor : ONOKI NOBUYOSHI

## (54) VEHICLE BEHAVIOR ESTIMATION METHOD AND DEVICE THEREFOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately estimate the floating state of respective wheels of a vehicle from a road surface by a simple constitution using only signals from a sensor generally attached to the vehicle.

SOLUTION: Wheel speeds and wheel accelerations of respective wheels of a vehicle are calculated (S120, A130), floating parameters p1FL-p1RR expressing the floating states of respective wheels from a road surface are calculated using following four equations,  $p1FL = \max(pL, 0) \cdot \max(-pX, 0) \cdot \max(pT, 0)$ ,  $p1FR = \max(pL, 0) \cdot \max(pX, 0) \cdot \max(-pT, 0)$ ,  $p1FL = \max(-pL, 0) \cdot \max(pX, 0) \cdot \max(pT, 0)$ , and  $p1RR = \max(-pL, 0) \cdot \max(-pX, 0) \cdot \max(-pT, 0)$ , based on pL, pX, pT calculated using the wheel speeds (S150), and compensation coefficients p2FL-p2RR, or reciprocals of the wheel accelerations are multiplied by the floating parameters p1FL-p1RR (S170).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The car behavior presumption approach which is the car behavior presumption approach of presuming whether either of each wheel of this car having surfaced from the road surface at the time of car transit, measures the roll acceleration of each wheel of said car, respectively, and is characterized by to presume that it is in the condition that this wheel surfaced from the road surface when only the roll acceleration of one specific wheel is abbreviation 0 beyond predetermined time among the measurement results of the roll acceleration of each of this wheel.

[Claim 2] It is the car behavior presumption approach of expressing the surfacing condition from the road surface of each wheel of this car at the time of car transit and of presuming the surfacing parameter of each wheel, the rotational speed of each wheel of said car is measured, respectively, it is based on the measurement result of the rotational speed of each of this wheel, and they are the following three formulas.  $pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL)$

$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR)$

$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$

however, the rotational speed of a VWFL:forward left ring and the rotational speed of a VWFR:forward right ring -- VWRL: Rotational speed of a left rear ring, VWRR : The ring speed difference pL before and after defining as the rotational speed of a right rear ring, At least two of the crossover ring speed difference pX and the right-and-left ring speed difference pT are computed. The car behavior presumption approach characterized by computing surfacing parameter p1RL of surfacing parameter p1floor line of a forward left ring, surfacing parameter p1FR of a forward right ring, and a left rear ring, and surfacing parameter p1RR of a right rear ring as estimate in following calculation procedure \*\* - \*\* based on this calculation result.

\*\* The calculation procedure of p1floor line : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1FR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1RL : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1RR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ . (However, functor which returns the value in the parenthesis in which Functor max follows Functor max, i.e., the maximum of the arguments divided with the comma, as a function value)

[Claim 3] surfacing parameter p1floor line of each of said wheel which measured the roll acceleration of each wheel of said car, respectively, and was computed, p1FR, and p1 -- RL and p -- as each correction factor 1 RR Compute the inverse number of each measurement result of the roll acceleration of each of said wheel, and the multiplication of this each of computed correction factor is carried out to surfacing parameter p1floor line of each of said wheel, p1FR,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

p1RL, and each p1RR. Surfacing parameter p1floor line of each of said wheel, p1FR, p1RL, the car behavior presumption approach according to claim 2 characterized by amending each p1RR. [Claim 4] It is based on a measurement means and the rotational speed of each of said wheel measured with the measurement means whenever [ this wheel speed ] whenever [ wheel speed / which is car behavior presumption equipment showing the surfacing condition from the road surface of each wheel of this car which presumes the surfacing parameter of each wheel, and measures the rotational speed of each wheel of said car, respectively at the time of car transit ], and they are the following three formulas.  $pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL)$

$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR)$

$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$

however, the rotational speed of a VWFL:forward left ring and the rotational speed of a VWFR:forward right ring — VWRL: Rotational speed of a left rear ring, VWRR : The ring speed difference pL before and after defining as the rotational speed of a right rear ring, At least two of the crossover ring speed difference pX and the right-and-left ring speed difference pT are computed. It is based on this calculation result. In following calculation procedure \*\* - \*\*

Surfacing parameter p1floor line of a forward left ring, Surfacing parameter p1RL of surfacing parameter p1FR of a forward right ring, and a left rear ring, and a surfacing parameter estimation means to compute surfacing parameter p1RR of a right rear ring as estimate, \*\* The calculation procedure of p1floor line : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1FR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1RL : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1RR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ . It is car behavior presumption equipment characterized by having (however, the functor which returns the value in the parenthesis in which Functor max follows Functor max, i.e., the maximum of the arguments divided with the comma, as a function value).

[Claim 5] A wheel acceleration-measurement means to measure the roll acceleration of each wheel of said car, respectively, surfacing parameter p1floor line of each of said wheel computed with said surfacing parameter estimation means, p1FR, and p1 — RL and p — as each correction factor 1 RR A correction factor calculation means to compute the inverse number of each measurement result of the roll acceleration of each of said wheel, The multiplication of each correction factor computed with this correction factor calculation means is carried out to surfacing parameter p1floor line of each of said wheel, p1FR, p1RL, and each p1RR. Surfacing parameter p1floor line of each of said wheel, p1FR, p1RL, car behavior presumption equipment according to claim 4 characterized by having a surfacing parameter amendment means to amend each p1RR.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the car behavior presumption approach and equipment which presume the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car at the time of car transit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Before, the car fall prevention control which prevents the fall (sideslip) of a car is known by presuming the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car, and controlling the damping force which joins each wheel according to this presumed surfacing condition as a technique of preventing the fall of the car at the time of car transit, for example, car revolution.

[0003] And in such car fall prevention control, it is required to presume the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car with high precision. Conventionally, as the presumed approach of the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car, as these people indicated by Japanese Patent Application No. No. 72568 [ 11 to ], there were some which are performed using an actual rotational speed (it is hereafter described also as also whenever [ wheel speed ]) of each wheel detected from the signal from a sensor whenever [ wheel speed ] and the actual lateral acceleration which acts on the car detected from the signal from a lateral acceleration sensor, for example.

[0004] From whenever [ actual wheel speed / of the revolution outer ring of spiral wound gasket with which a wheel will specifically be in the condition of having gripped enough on the road surface in case a car is in run states, such as revolution transit, ], (whenever [ wheel speed / of a revolution outer ring of spiral wound gasket ] detection value), and the actual lateral acceleration (lateral acceleration detection value) which acts on a car Whenever [ wheel speed / of a revolution inner ring of spiral wound gasket when the revolution inner ring of spiral wound gasket has not surfaced from a road surface ] is computed as estimate, and the absolute value of the difference of this estimate and whenever [ actual wheel speed / of a revolution inner ring of spiral wound gasket ] (whenever [ wheel speed / of a revolution inner ring of spiral wound gasket ] detection value) is computed as a surfacing parameter showing the surfacing condition from the road surface of a revolution inner ring of spiral wound gasket, and is used.

[0005] If the revolution inner ring of spiral wound gasket surfaces from the road surface at this time, since the frictional force between a revolution inner ring of spiral wound gasket and a road surface will be lost, the difference of estimate and whenever [ actual wheel speed / of a revolution inner ring of spiral wound gasket ] (whenever [ wheel speed / of a revolution inner ring of spiral wound gasket ] detection value) will become large whenever [ wheel speed / of a revolution inner ring of spiral wound gasket ], and a surfacing parameter will become large after all.

[0006] That is, the surfacing condition from the road surface of each wheel (revolution inner ring of spiral wound gasket) can be presumed with high precision with the surfacing parameter computed in this way. When this surfacing parameter becomes larger than the threshold defined beforehand (i.e., when it judges it that possibility that will detect and a car will fall (sideslip) is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

high that the revolution inner ring of spiral wound gasket surfaced from the road surface) For example, damping force can be applied to the front wheel by the side of the revolution outer ring of spiral wound gasket of this car, and the fall (sideslip) can be prevented by making the run state of a car into an understeer inclination.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, presuming the surfacing condition (that is, surfacing parameter) from the road surface of each wheel of a car as mentioned above — if — whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car ] — a sensor — in addition, since it was necessary to use the lateral acceleration sensor which detects a car-body posture, there was a case where an equipment configuration became complicated and became a cost rise.

[0008] Made in order that this invention may solve the above-mentioned trouble, the purpose is offering the car behavior presumption approach and equipment which can presume correctly the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car with the simple configuration only using the signal from the sensor usually attached in the car.

[0009]

[The means for solving a technical problem and an effect of the invention] At the time of car transit, invention according to claim 1 made in order to attain this purpose is the car behavior presumption approach of presuming whether either of each wheel of a car having surfaced from the road surface, and measures the roll acceleration of each wheel of a car first by this car behavior presumption approach, respectively at the time of car transit. And if only the roll acceleration of one specific wheel is abbreviation 0 beyond predetermined time among the roll acceleration of each measured wheel, it will be presumed that it is in the condition that this wheel surfaced from the road surface.

[0010] Thus, although it faces although the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car is presumed, and only the roll acceleration of each wheel of the car at the time of car transit is measured by this invention approach (claim 1) Since the roll acceleration of each wheel of a car is detectable by processing the signal from a sensor whenever [ wheel speed / which was prepared in each wheel of a car ], this invention approach (claim 1) is realized with the simple configuration only using the signal from a sensor whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car ].

[0011] And according to this invention approach (claim 1), the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with such a simple configuration. That is, only the roll acceleration of one specific wheel among the roll acceleration of all the wheels of the car which measured the roll acceleration of each wheel of a car, respectively at the time of car transit, and was measured is abbreviation 0 (if it puts in another way) beyond predetermined time. If it is the value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time, for other wheels, the frictional force from a road surface will work at least. Since it can presume that the frictional force from a road surface has not joined this one specific wheel, it can be presumed that it is in the condition that this one specific wheel surfaced from the road surface.

[0012] In addition, in order to prevent the presumed error at the time of presuming the surfacing condition from the road surface of each wheel by this invention approach (claim 1), Although it presumes that it is in the condition that this wheel surfaced from the road surface when the roll acceleration of a wheel is detected beyond predetermined time as abbreviation 0 (value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time when putting in another way) The time amount (the above-mentioned predetermined time) whose roll acceleration of this wheel set up in order to presume surfacing from the road surface of this wheel is abbreviation 0 (value of predetermined value within the limits which sandwiched 0) is suitably set as characteristic different time amount to every car (type of a car).

[0013] Next, by the car behavior presumption approach according to claim 2, the rotational speed of each wheel of a car is first measured, respectively at the time of car transit. And it is based on the measurement result of the rotational speed of each wheel, and they are the following three formulas.  $pL=(VWFR+VWFL)-(VWRR+VWRL)$   
 $pX=(VWFR+VWRL)-(VWFL+VWRR)$

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$$

however, the rotational speed of a VWFL:forward left ring and the rotational speed of a VWFR:forward right ring — VWRL: Rotational speed of a left rear ring, VWRR : The ring speed difference pL before and after defining as the rotational speed of a right rear ring, At least two of the crossover ring speed difference pX and the right-and-left ring speed difference pT are computed. Based on this calculation result, express the surfacing condition from the road surface of each wheel with following calculation procedure \*\* - \*\*. Surfacing parameter p1RL of the surfacing parameter of each wheel, i.e., surfacing parameter p1floor line of a forward left ring, surfacing parameter p1FR of a forward right ring, and a left rear ring and surfacing parameter p1RR of a right rear ring are computed as estimate.

[0014] \*\* The calculation procedure of p1floor line : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1FR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ .

[0015] \*\* The calculation procedure of p1RL : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1RR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ .

[0016] (However, functor which returns the value in the parenthesis in which Functor max follows Functor max, i.e., the maximum of the arguments divided with the comma, as a function value)

Thus, although it faces although the surfacing parameter of each wheel of a car is computed (presumption), and only the rotational speed of each wheel of the car at the time of car transit is measured by this invention approach (claim 2) Since the rotational speed of each wheel of a car is detectable by processing the signal from a sensor whenever [ wheel speed / which was prepared in each wheel of a car ], this invention approach (claim 2) is realized with the simple configuration only using the signal from a sensor whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car ].

[0017] And according to this invention approach (claim 2), the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with the surfacing parameter of each wheel computed with such a simple configuration (presumption). First Namely, if the right rear ring which is a rear wheel of a revolution inner ring of spiral wound gasket surfaces from the road surface when the car is performing clockwise rotation transit, since [ for example, ] the frictional force from the road surface which joins a right rear ring will become small, The ring speed difference pL before and after computing based on the measurement result of the rotational speed of each wheel of a car, and the crossover ring speed difference pX both serve as a negative value (the predetermined value which sandwiched 0 being a value out of range, if it puts in another way negative value).

[0018] Moreover, since the car is performing clockwise rotation transit in this case, the right-and-left ring speed difference pT computed based on the measurement result of the rotational speed of each wheel of a car also serves as a negative value (the predetermined value which sandwiched 0 being a value out of range, if it puts in another way negative value). Therefore, the inside of the order [ above ] ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT, If at least two are computed and surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, p1RL, and p1RR are computed in above-mentioned calculation procedure \*\* - \*\* based on this calculation result (presumption) A value forward only in surfacing parameter p1RR of the right rear ring which surfaced from the road surface (if it puts in another way) It is a value outside the predetermined value range which sandwiched 0, and it is computed as a forward value (presumption) and surfacing parameter p1floor line of the wheel which has not surfaced from other road surfaces and which was enough gripped on the road

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

surface, p1FR, and p1RL are computed with 0.

[0019] And a value forward only in the surfacing parameter corresponding to the wheel which surfaced as well as the above when wheels other than the right rear ring of a car surfaced from the road surface according to this invention approach (claim 2) (if it puts in another way) Since it is a value outside the predetermined value range which sandwiched 0, and is computed as a forward value (presumption) and the surfacing parameter of the wheel enough gripped on the road surface which has not surfaced from other road surfaces is computed with 0 (presumption) According to this invention approach (claim 2), the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with the surfacing parameter of each of this wheel.

[0020] If there are some which are computed as a specifically bigger value in the surfacing parameter of each above-mentioned wheel than the threshold slack evaluation multiplier (the predetermined value which sandwiched 0 being a value out of range forward value) set up beforehand (presumption), the wheel corresponding to this surfacing parameter can be presumed as a wheel which surfaced from the road surface.

[0021] And if it does in this way, even if it is the case where the roll acceleration of the wheel which surfaced from the road surface does not serve as abbreviation 0 (value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time when putting in another way) beyond predetermined time, the wheel which surfaced from the road surface can be presumed correctly. That is, the driving force generation source which drives a car by the invention approach according to claim 1 When the driving force from (for example, an internal combustion engine) and the damping force from the damping force generation source (for example, hydraulic circuit) which brakes a car have joined the wheel which surfaced from the road surface, the roll acceleration of this wheel is abbreviation 0 (if it puts in another way). Although this wheel may be unable to be presumed correctly as a wheel which surfaced from the road surface since it does not become the value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time By this invention approach (claim 2), even if it is such a case, the wheel which surfaced from the road surface can be correctly presumed by setting up an evaluation multiplier suitably as mentioned above.

[0022] Moreover, on the other hand, the car behavior presumption approach according to claim 2 is received like the car behavior presumption approach according to claim 3. surfacing parameter p1floor line of each wheel which measures the roll acceleration of each wheel of a car and is computed as mentioned above, p1FR, and p1 -- RL and p -- as each correction factor 1 RR [ furthermore, ] The inverse number of each measurement result of the roll acceleration of each wheel may be computed, the multiplication of each computed correction factor may be carried out to surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, p1RL, and each p1RR, and surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, p1RL, and each p1RR may be amended.

[0023] surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, and p1 -- RL and p -- the roll acceleration of each wheel used in case each correction factor is computed 1 RR [ in this case, ] Since it is detectable by processing the signal from a sensor whenever [ wheel speed / which was prepared in each wheel of a car ], this invention approach (claim 3) It realizes with the simple configuration only using the signal from a sensor like the above-mentioned invention approach (claim 2) whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car ].

[0024] And according to this invention approach (claim 3), the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with the surfacing parameter after amendment of each wheel computed with such a simple configuration (presumption). surfacing parameter p1floor line of each wheel computed as mentioned above, p1FR, and p1 -- RL and p -- each correction factor 1 RR [ that is, ] Since it is computed as a value which is the inverse number of each measurement result of the roll acceleration of each wheel, and is different from 0, respectively The value which only the thing corresponding to the wheel which surfaced from the road surface among the surfacing parameters after amendment of each wheel amended by carrying out the multiplication of the correction factor of each above separated from 0 greatly (if it puts in another way) It will be computed as a value outside the predetermined value range which sandwiched 0 (presumption), and the thing corresponding to the wheel enough gripped on

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



the road surface which has not surfaced from other road surfaces will be computed with 0 (presumption). That is, according to this invention approach (claim 3), the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with the surfacing parameter after amendment of each of this wheel.

[0025] Moreover, there is a wheel which surfaced from the road surface by this invention approach (claim 3). The roll acceleration of this wheel for example, when detected as a value (a different minute value from 0) of predetermined value within the limits which sandwiched 0 Since that absolute value is computed as a certainly large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel (presumption), the surfacing parameter after amendment of this wheel in such a case With the surfacing parameter after amendment of each above-mentioned wheel, the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be presumed more correctly.

[0026] The frictional force from a road surface is not added by getting it blocked, for example, rising to surface from a road surface in all the wheels of a car. If there is a wheel which neither the driving force from the driving force generation source which drives a car, nor the damping force from the damping force generation source which brakes a car has also joined Since the roll acceleration of this wheel will be detected as a value (a different minute value from 0) of predetermined value within the limits which sandwiched 0, the correction factor of the surfacing parameter in such a wheel The surfacing parameter of this wheel that was computed as a value to which that absolute value exceeds 1 certainly, consequently was amended by this correction factor Compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel, that absolute value will be computed as a certainly large value, and, in such a case, the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be more correctly presumed with the surfacing parameter after amendment of each above-mentioned wheel.

[0027] in addition, in case the correction factor of the surfacing parameter of each wheel is actually computed in the mode of this invention approach (claim 3) When the roll acceleration of a wheel is detected with 0 (or value with the absolute value very near 0), in order not to perform the operation which makes the correction factor of the surfacing parameter of this wheel the inverse number of 0, When the roll acceleration of a wheel is detected with 0 (or value with the absolute value very near 0) For example, it is desirable to compute the correction factor of the surfacing parameter of this wheel, or to make the correction factor of the surfacing parameter of this wheel into a predetermined value with that larger absolute value than 1 using a different predetermined value (for the minute value comparatively near 0 to be desirable) from 0 as roll acceleration of this wheel.

[0028] Moreover, when the roll acceleration of a wheel is detected as a value to which that absolute value exceeds 1, the correction factor of the surfacing parameter of this wheel is set to 1 or -1 according to the positive/negative of the detected roll acceleration, for example, or it may not be made not to carry out the multiplication of the correction factor to the surfacing parameter before amendment of this wheel.

[0029] If it does in this way, it can prevent that the surfacing parameter after amendment of each wheel is computed as a value with the small absolute value compared with the surfacing parameter before amendment of each wheel (presumption), and the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be presumed still more correctly with the surfacing parameter after the amendment computed in this way (presumption).

[0030] moreover, in case the surfacing condition from the road surface of each wheel is actually presumed with the surfacing parameter of each wheel after the amendment computed in the mode of this invention approach (claim 3) (presumption) The correction factor of the surfacing parameter of each wheel may not only be computed as the inverse number of each measurement result of the roll acceleration of each wheel, for example, may be computed as the inverse number of the absolute value of each measurement result of the roll acceleration of each wheel.

[0031] If it does in this way, since the surfacing parameter after amendment of each wheel is computable as 0 or a forward value (presumption), the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be presumed easily. That is, first, when only computing the correction factor of the surfacing parameter of each wheel as the inverse number of each measurement

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

result of the roll acceleration of each wheel Since the surfacing parameter after amendment of each wheel will be computed as a value of 0 or one of positive/negative (presumption), presumption of the surfacing condition from the road surface of each wheel of the car which can be set in this case For example, the 2nd evaluation multiplier which is the 1st evaluation multiplier and the negative value which are a forward value can be set up, and it can carry out by using these two evaluation multipliers.

[0032] Specifically, it is what became larger among the surfacing parameters after amendment of each wheel than the 1st evaluation multiplier (if it puts in another way, it will be what was computed as a forward value among the surfacing parameters after amendment of each wheel (presumption)). that to which the absolute value became larger than the absolute value of the 1st evaluation multiplier -- or the thing (if it puts in another way, it will be what was computed as a negative value among the surfacing parameters after amendment of each wheel (presumption)) which became smaller than the 2nd evaluation multiplier If there are some to which the absolute value became larger than the absolute value of the 2nd evaluation multiplier, it can presume under the condition that the wheel corresponding to the surfacing parameter after the amendment is in the condition of having risen to surface from the road surface.

[0033] On the other hand, when computing the correction factor of the surfacing parameter of each wheel as the inverse number of the absolute value of each measurement result of the roll acceleration of each wheel Since the surfacing parameter after amendment of each wheel will be computed as 0 or a forward value (presumption), presumption of the surfacing condition from the road surface of each wheel of the car which can be set in this case For example, only one evaluation multiplier (evaluation multiplier corresponding to the above-mentioned 1st evaluation multiplier) which is a forward value can be set up, and it can carry out by using only this one evaluation multiplier.

[0034] If there are some which specifically became larger than one evaluation multiplier which is this forward value among the surfacing parameters after amendment of each wheel, it can presume under the condition that the wheel corresponding to the surfacing parameter after that amendment is in the condition of having risen to surface from the road surface. That is, in this case, since the surfacing parameter after amendment of each wheel can be evaluated only using one evaluation multiplier, presumption of the surfacing condition from the road surface of each wheel becomes easy.

[0035] in addition, as a concrete mode computed as 0 or a forward value (presumption), the surfacing parameter after amendment of each wheel After carrying out the multiplication of the correction factor computed as the inverse number of each measurement result of the roll acceleration of each wheel by each surfacing parameter before amendment of for example, not only the above-mentioned thing but each wheel, respectively, the absolute value of each acquired value may be taken and you may consider as the surfacing parameter after amendment of each wheel.

[0036] On the other hand, invention according to claim 4 is invention of car behavior presumption equipment equipped with the configuration for realizing the invention approach according to claim 2, and measures the rotational speed of each wheel of a car with a measurement means whenever [ wheel speed ] first, respectively at the time of car transit. Next, it is based on the rotational speed of each wheel measured with the measurement means whenever [ wheel speed ] with a surfacing parameter estimation means, and they are the following three formulas.  $pL=(VWFR+VWFL)-(VWRR+VWRL)$

$$pX=(VWFR+VWRL)-(VWFL+VWRR)$$

$$pT=(VWFR+VWRR)-(VWFL+VWRL)$$

however, the rotational speed of a VWFL:forward left ring and the rotational speed of a VWFR:forward right ring -- VWRL: Rotational speed of a left rear ring, VWRR : The ring speed difference pL before and after defining as the rotational speed of a right rear ring, At least two of the crossover ring speed difference pX and the right-and-left ring speed difference pT are computed. Based on this calculation result, surfacing parameter p1RL of surfacing parameter p1floor line of a forward left ring, surfacing parameter p1FR of a forward right ring, and a left rear ring and surfacing parameter p1RR of a right rear ring are computed as estimate in following

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

calculation procedure \*\* - \*\*.

[0037] \*\* The calculation procedure of p1floor line : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1FR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ .

[0038] \*\* The calculation procedure of p1RL : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(pX, 0)$ , and  $\max(pT, 0)$ .

\*\* The calculation procedure of p1RR : compute them by carrying out the multiplication of at least two function values among three function values  $\max(-pL, 0)$ ,  $\max(-pX, 0)$ , and  $\max(-pT, 0)$ .

[0039] (However, functor which returns the value in the parenthesis in which Functor max follows Functor max, i.e., the maximum of the arguments divided with the comma, as a function value)

Therefore, according to this invention (claim 4), whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car ], with the simple configuration only using the signal from a sensor, the surfacing parameter of each wheel of a car can be computed (presumption), and the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with the surfacing parameter of each of this wheel.

[0040] Next, invention according to claim 5 is invention of car behavior presumption equipment equipped with the configuration for realizing the invention approach according to claim 3, and measures the roll acceleration of each wheel of a car with a wheel acceleration-measurement means further first to car behavior presumption equipment according to claim 4, respectively. surfacing parameter p1floor line of each wheel computed with the surfacing parameter estimation means with the correction factor calculation means, p1FR, and p1 -- RL and p -- the inverse number of each roll acceleration of each wheel measured with the wheel acceleration-measurement means is computed as each correction factor 1 RR. [ next, ] And with a surfacing parameter amendment means, the multiplication of each correction factor computed with the correction factor calculation means is carried out to surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, p1RL, and each p1RR, and surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, p1RL, and each p1RR are amended.

[0041] With therefore, the simple configuration using only the signal from a sensor whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car according to this invention (claim 5) ] surfacing parameter p1floor line of each wheel, p1FR, and p1 -- RL and p -- it was amended by each correction factor 1 RR -- The surfacing parameter after amendment of each wheel can be computed (presumption), and the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be correctly presumed with the surfacing parameter after amendment of each of this wheel.

[0042] Moreover, according to this invention (claim 5), there is a wheel which surfaced from the road surface. The roll acceleration of this wheel for example, when detected as a value (a different minute value from 0) of predetermined value within the limits which sandwiched 0 Since that absolute value is computed as a certainly large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel (presumption), the surfacing parameter after amendment of this wheel in such a case With the surfacing parameter after amendment of each above-mentioned wheel, the surfacing condition from the road surface of each wheel of a car can be presumed more correctly.

[0043]

[Embodiment of the Invention] Below, the example of this invention is explained with a drawing. First, drawing 1 is an outline block diagram showing the overall configuration of the car fall prevention control unit with which the car behavior presumption equipment as one example of this invention was applied. In addition, the car behavior presumption equipment of this example is applied to the car of a front engine front-drive (FF) method.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0044] As shown in drawing 1 , by this car, the driving force (driving torque) of the car outputted through a change gear 22 from the internal combustion engine 21 as a driving force generation source is distributed to a front wheel (driving wheel) (forward left ring 24floor line, forward right ring 24FR) on either side through a differential gear 23.

[0045] moreover -- each wheel (forward left ring 24floor line, forward right ring 24FR, left rear ring 24RL, right rear ring 24RR) of a car -- each -- hydraulic brake gear (it is hereafter described also as wheel cylinder) 41floor line which gives damping force to wheel 24floor-line-24RR, 41FR, 41RL, and 41RR are prepared, respectively.

[0046] and if an operator gets into brake BEDARU 42, a brake oil will feed from a master cylinder 43 -- having -- the hydraulic circuit 40 as a damping force generation source -- minding -- each -- the brake oil pressure which joins wheel-cylinder 41floor-line-41RR boosts -- having -- each -- it is constituted so that damping force may be applied to wheel 24floor-line-24RR.

[0047] furthermore -- each -- wheel 24floor-line-24RR -- each -- in order to detect the rotational speed (it is hereafter described also as also whenever [ wheel speed ]) of wheel 24floor-line-24RR, sensor 31floor line, 31FR, 31RL, and 31RR are prepared [ whenever / wheel speed / of claim 4 ], respectively whenever [ as a measurement means / wheel speed ].

[0048] Whenever [ wheel speed ] and the detecting signal from sensor 31floor-line-31RR is inputted into the electronic control (ECU) 30 constituted centering on the microcomputer equipped with CPU, ROM, RAM, etc. ECU30 Based on the input signal from sensor 31floor-line-31RR, the various actuators (illustration is not carried out) formed in the hydraulic circuit 40 are driven apart from the brake-pedal 42 actuation by the operator whenever [ wheel speed ]. each -- adjusting the brake oil pressure which joins wheel-cylinder 41floor-line-41RR -- each -- the damping force which joins wheel 24floor-line-24RR is controlled.

[0049] Namely, the input signal from sensor 31floor-line-31RR is used for ECU30 whenever [ wheel speed ] at the time of car transit (revolution). a car -- each -- the car showing the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR -- each -- the surfacing parameter of wheel 24floor-line-24RR -- presuming -- this -- each -- according to the surfacing parameter of wheel 24floor-line-24RR, so that the fall (sideslip) of a car may be prevented Car fall prevention control to which the damping force (wheel-cylinder \*\*) which joins the front wheel by the side of a revolution outer ring of spiral wound gasket (it will be the wheel of the steering steering direction and the opposite side if it puts in another way) among front-wheel 24floor line on either side and 24FR is made to increase suitably is performed.

[0050] Next, the car fall prevention control processing repeatedly performed by ECU30 at the time of car transit (revolution) is explained along with the flow chart shown in drawing 2 . If car fall prevention control processing is started as shown in drawing 2 , the detecting signal from sensor 31floor-line-31RR will be first read whenever [ wheel speed ] in S110 (S expresses a step). and the thing for which the input signal from sensor 31floor-line-31RR is processed whenever [ wheel speed ] in S120 continuing -- each -- VWFL, VWFR, VWRL, and VWRR are detected whenever [ wheel speed / of wheel 24floor-line-24RR ], respectively.

[0051] next, the thing done for the differential processing of VWFL-VWRR in S130 whenever [ wheel speed / which was detected in S120 ] -- each -- the roll acceleration (it is hereafter described also as wheel acceleration) AWFL, AWFR, and AWRL and AWRR of wheel 24floor-line-24RR are detected, respectively. Specifically, wheel acceleration AWFL-AWRR (m/sec<sup>2</sup>) is detected based on the following formula (1) using VWFL-VWRR (m/sec), respectively whenever [ wheel speed / which was detected in S120 ] (calculation).

[0052]

$$AW^{**} = (VW^{**}(n) - VW^{**}(n-1)) / T_s \quad (1)$$

In addition, in the above-mentioned formula (1), \*\* expresses floor line, FR, RL, and RR (each wheel 24floor-line- 24 RR), and n shows the count of detection of VW\*\* (namely, VWFL-VWRR). that is, VW\*\* (n) was detected in the flow this time (setting at the time of this sampling) -- each -- it is VWFL-VWRR whenever [ wheel speed / of wheel 24floor-line-24RR ], and VW\*\* (n-1) was detected in the flow last time (setting at the time of the last sampling) -- each -- it is VWFL-VWRR whenever [ wheel speed / of wheel 24floor-line-24RR ]. Moreover, T<sub>s</sub> is the sampling time (for example, 0.008 (sec)) which is the time interval (that is, time interval after

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



detecting VW\*\* (n-1) until it detects VW\*\* (n)) which detects VWFL-VWRR whenever [ wheel speed ].

[0053] And in S140 continuing, the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT are computed using following formula (2) - (4) based on VWFL-VWRR, respectively whenever [ wheel speed / which was detected in S120 ].

$$pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL) \text{ -- (2)}$$

$$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR) \text{ -- (3)}$$

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL) \text{ -- (4)}$$

Next, the ring speed difference pL before and after computing in S150 using above-mentioned formula (2) - (4), Following formula (5) - (8) is used based on the calculation result of the crossover ring speed difference pX and the right-and-left ring speed difference pT. each -- the surfacing parameter (surfacing parameter p1RR of surfacing parameter p1RL of surfacing parameter p1floor line of forward left ring 24floor line, surfacing parameter p1FR of forward right ring 24FR, and left rear ring 24RL and right rear ring 24RR) of wheel 24floor-line-24RR is computed as estimate.

[0054]

$$p1 \text{ floor line} = \max(pL, 0), \max(-pX, 0), \max(pT, 0) \text{ -- (5)}$$

$$p1 \text{ FR} = \max(pL, 0), \max(pX, 0), \max(-pT, 0) \text{ -- (6)}$$

$$p1 \text{ RL} = \max(-pL, 0), \max(pX, 0), \max(pT, 0) \text{ -- (7)}$$

$$p1 \text{ RR} = \max(-pL, 0), \max(-pX, 0), \max(-pT, 0) \text{ -- (8)}$$

(However, functor which returns the value in the parenthesis in which Functor max follows Functor max, i.e., the maximum of the arguments divided with the comma, as a function value) and in S160, it was computed using above-mentioned formula (5) - (8) (presumption) -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- each correction factor (the correction factor p of p1floor line -- 2 floor line) The inverse number of each wheel acceleration AWFL-AWRR detected in S130 is computed as correction factor p2RR of correction factor p2RL of correction factor p2FR of p1FR, and p1RL, and p1RR.

[0055] In this example, the absolute value of each wheel acceleration AWFL-AWRR detected in S130 is first taken in the case of the calculation of correction factor p2 floor line-p2RR of each above. However, subsequently So that amendment which restricts the minimum value of these absolute values by 0.005, and restricts maximum by 1 may be performed and correction factor p2 floor line-p2RR of each above may serve as the inverse number of the correction value of the absolute value of each of this wheel acceleration AWFL-AWRR The following formula (9) Correction factor p2 floor line-p2RR of each above is computed using - (12).

[0056]

$$p2 \text{ floor line} = 1 - |AWFL|H \text{ -- (9)}$$

$$p2 \text{ FR} = 1 - |AWFR|H \text{ -- (10)}$$

$$p2 \text{ RL} = 1 - |AWRL|H \text{ -- (11)}$$

$$p2 \text{ RR} = 1 - |AWRR|H \text{ -- (12)}$$

(However, |AW\*\*|H (\*\* expresses floor line, FR, RL, and RR) expresses the correction value after performing amendment to which the minimum value of these absolute values is restricted by 0.005, and it restricts maximum by 1 to absolute value |AW\*\*| (\*\* expresses floor line, FR, RL, and RR) of each wheel acceleration AWFL-AWRR)

That is, in case correction factor p2 floor line-p2RR of each above is computed For example, when the wheel acceleration of a certain wheel is detected as a value smaller than 0.005 in an absolute value, in order not to perform the operation which makes the correction factor of this wheel the inverse number of 0, When the wheel acceleration of a certain wheel is detected as a value smaller than 0.005 in an absolute value Correction value of the wheel acceleration of this wheel is set to 0.005. For example, when detected as a value to which the wheel acceleration of a certain wheel exceeds 1 in an absolute value It is computed as a value with it. [ the correction factor of this wheel larger than 0, and ] [ smaller than 1 ] In order to prevent that the surfacing parameter after amendment of this wheel is computed as a value smaller than the surfacing parameter before amendment of this wheel by the below-mentioned processing of S170

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(presumption), When detected as a value to which the wheel acceleration of a certain wheel exceeds 1 in an absolute value, correction value of the wheel acceleration of this wheel is set to 1.

[0057] And in S170 continuing, as shown in following type (13) - (16) It is alike 1 RR 1 floor line-p, respectively, and the multiplication of the correction factor p2 floor line-p2RR of each above computed using above-mentioned formula (9) - (12) is carried out. it was computed using above-mentioned formula (5) - (8) (presumption) -- each -- the surfacing parameter p of wheel 24floor-line-24RR -- each -- each surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR is amended.

[0058]

p3 floor line=p1 floor line-p2floor line -- (13)

p3 FR=p1 FR-p2FR -- (14)

p3 RL=p1 RL-p2RL -- (15)

p3 RR=p1 RR-p2RR -- (16)

here, in this example, it is computed as mentioned above (presumption) -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0059] First That is, if right rear ring 24RR which is the rear wheel of a revolution inner ring of spiral wound gasket surfaces from the road surface when the car is performing clockwise rotation transit, since [ for example, ] the frictional force from the road surface which joins right rear ring 24RR will become small, The ring speed difference pL before and after computing using the above-mentioned formula (2) and (3) based on VWFL-VWRR whenever [ wheel speed / which was detected in S120 ], and the crossover ring speed difference pX both serve as a negative value (the predetermined value which sandwiched 0 (minute value) being a value out of range, if it puts in another way negative value).

[0060] Moreover, since the car is performing clockwise rotation transit in this case, the right-and-left ring speed difference pT computed using the above-mentioned formula (4) based on VWFL-VWRR whenever [ wheel speed / which was detected in S120 ] also serves as a negative value (the predetermined value which sandwiched 0 (minute value) being a value out of range, if it puts in another way negative value).

[0061] Therefore, the ring speed difference pL before and after computing using above-mentioned formula (2) - (4), the calculation result of the crossover ring speed difference pX and the right-and-left ring speed difference pT -- being based -- above-mentioned formula (5) - (8) -- using -- each, if surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR is computed (presumption) A value forward only in surfacing parameter p1RR of right rear ring 24RR which surfaced from the road surface (if it puts in another way) the predetermined value (minute value) which sandwiched 0 -- it is a value out of range, and it is computed as a forward value (presumption) and wheel 24floor line which has not surfaced from other road surfaces and which was enough gripped on the road surface, 24FR, surfacing parameter p1floor line of 24RL, p1FR, and p1RL are computed with 0 (presumption).

[0062] And a value forward only in the surfacing parameter corresponding to the wheel which surfaced as well as the above when wheels other than right rear ring 24RR of a car surfaced from the road surface (if it puts in another way) the predetermined value (minute value) which sandwiched 0 -- it is a value out of range, and it is computed as a forward value (presumption) and the surfacing parameter of the wheel enough gripped on the road surface which has not surfaced from other road surfaces is computed with 0 (presumption).

[0063] Moreover, on the other hand, by above-mentioned formula (9) - (12), since  $|AW^{**}|H^{**}$  (expresses floor line, FR, RL, and RR) is a forward value (or more 0.005 one or less value), correction factor p2 floor line-p2RR of each above will be computed as a forward value (a different value from 0), respectively.

[0064] therefore, it is computed using above-mentioned formula (13) - (16) (presumption) -- each -- among surfacing parameter p3 floor line-p3RR(s) after amendment of wheel 24floor-line-24RR The value which only the thing corresponding to the wheel which surfaced from the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

road surface separated from 0 greatly (if it puts in another way) the predetermined value (minute value) which sandwiched 0 — it is a value out of range, and will be computed as a forward value (presumption), and the thing corresponding to the wheel enough gripped on the road surface which has not surfaced from other road surfaces will be computed with 0 (presumption). namely, — according to this example — this amendment back — each — surfacing parameter p3 floor line-p3RR of wheel 24floor-line-24RR — a car — each — the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0065] There is a wheel which surfaced from the road surface in this example. Furthermore, the wheel acceleration of this wheel For example, when detected as a value (for example, minute value smaller than 0.005 in an absolute value) of predetermined value within the limits which sandwiched 0 Since the surfacing parameter after amendment of this wheel is computed as a certainly large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel (presumption), in such a case it is computed using above-mentioned formula (13) - (16) (presumption) — each — surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR — a car — each — the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed more correctly.

[0066] The frictional force from a road surface is not added by getting it blocked, for example, rising to surface from a road surface in all wheel 24floor-line-24RR(s) of a car. If there is a wheel which neither the driving force from an internal combustion engine 21 nor the damping force (brake oil pressure which joins a wheel cylinder) from a hydraulic circuit 40 has also joined Since the wheel acceleration of this wheel will be detected as a value (for example, minute value smaller than 0.005 in an absolute value) of predetermined value within the limits which sandwiched 0 The correction factor of the surfacing parameter in such a wheel The surfacing parameter after amendment of this wheel which was computed as a value (for example, inverse number of 0.005) certainly exceeding 1, consequently was amended by this correction factor will be computed as a certainly large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel. that is, in such a case, it is computed using above-mentioned formula (13) - (16) (presumption) — each — surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR — a car — each — the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed more correctly.

[0067] in addition, in this example, as a concrete mode of the wheel which neither the driving force from an internal combustion engine 21 nor the damping force (brake oil pressure which joins a wheel cylinder) from a hydraulic circuit 40 has also joined For example, the condition that the damping force (wheel-cylinder 41RL, brake oil pressure which joins 41RR) from a hydraulic circuit 40 is not added Coupled driving wheel 24RL in (for example, the condition of not succeeding in the brakes operation by the operator), 24RR(s) and the driving force from an internal combustion engine 21 An internal combustion engine 21 and driving wheel 24floor line, It will be in the condition of not being transmitted by balancing with the change gear 22 which connects 24FR, and the mechanical frictional force generated in differential gear 23 grade (or). It will be in the condition that the driving force from an internal combustion engine 21 is not transmitted by cutting a clutch (illustration not being carried out). Driving wheel 24floor line and 24FR which changed into the condition (for example, condition of not succeeding in the brakes operation by the operator) that the damping force (wheel-cylinder 41floor line, brake oil pressure which joins 41FR) from a hydraulic circuit 40 is not added, either can be considered.

[0068] and — above — carrying out — processing of S170 — each — if surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR is computed (presumption), it will shift to S180 shortly. In S180, it judges whether surfacing parameter p3FR after amendment of forward right ring 24FR is larger than the evaluation multiplier k1 (the predetermined value which sandwiched 0 fixed value which is a value out of range and is a forward value).

[0069] And when it is judged in S180 that surfacing parameter p3FR after amendment of forward right ring 24FR is larger than the evaluation multiplier k1, That is, when it is judged that possibility that forward right ring 24FR will surface from a road surface, and a car will fall (sideslip) is high Shift to S200, judge the front wheel by the side of a revolution outer ring of spiral wound gasket (if it puts in another way, it will be the wheel of the steering steering

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

direction and the opposite side) to be forward left ring 24floor line, and the various actuators in a hydraulic circuit 40 (illustration is not carried out) are driven. The damping force which joins forward left ring 24floor line, i.e., the brake oil pressure which joins wheel-cylinder 41floor line, is made to increase suitably, surfacing parameter p3FR after amendment of forward right ring 24FR is decreased (making it forward right ring 24FR touch a road surface, if it puts in another way), and it shifts to S210.

[0070] On the other hand, when it is judged in S180 that surfacing parameter p3FR after amendment of forward right ring 24FR is not larger than the evaluation multiplier k1 (i.e., when it is judged that forward right ring 24FR grips on the road surface), it shifts to S190 and judges shortly whether surfacing parameter p3RR after amendment of right rear ring 24RR is larger than the evaluation multiplier k1.

[0071] And when it is judged in S190 that surfacing parameter p3RR after amendment of right rear ring 24RR is larger than the evaluation multiplier k1, That is, when it is judged that possibility that right rear ring 24RR will surface from a road surface, and a car will fall (sideslip) is high Like the case where affirmative judgment is carried out in S180, it shifts to S200, and the damping force which joins forward left ring 24floor line is made to increase suitably, surfacing parameter p3RR after amendment of right rear ring 24RR is decreased (making it right rear ring 24RR touch a road surface, if it puts in another way), and it shifts to S210.

[0072] next, the processing back in S200 -- or When it is judged in S190 that surfacing parameter p3RR after amendment of right rear ring 24RR is not larger than the evaluation multiplier k1 (i.e., when it is judged that right rear ring 24RR grips on the road surface), it shifts to S210. Shortly, it judges whether surfacing parameter p3floor line after amendment of forward left ring 24floor line is larger than the evaluation multiplier k1.

[0073] And when it is judged in S210 that surfacing parameter p3floor line after amendment of forward left ring 24floor line is larger than the evaluation multiplier k1, That is, when it is judged that possibility that forward left ring 24floor line will surface from a road surface, and a car will fall (sideslip) is high Shift to S230, judge the front wheel by the side of a revolution outer ring of spiral wound gasket (if it puts in another way, it will be the wheel of the steering steering direction and the opposite side) to be forward right ring 24FR, and the various actuators in a hydraulic circuit 40 (illustration is not carried out) are driven. The damping force which joins forward right ring 24FR, i.e., the brake oil pressure which joins wheel-cylinder 41FR, is made to increase suitably, and surfacing parameter p3floor line after amendment of forward left ring 24floor line is decreased (if it puts in another way). It is made for forward left ring 24floor line to touch a road surface, and it ends the car fall prevention control processing concerned.

[0074] On the other hand, when it is judged in S210 that surfacing parameter p3floor line after amendment of forward left ring 24floor line is not larger than the evaluation multiplier k1 (i.e., when it is judged that forward left ring 24floor line grips on the road surface), it shifts to S220 and judges shortly whether surfacing parameter p3RL after amendment of left rear ring 24RL is larger than the evaluation multiplier k1.

[0075] And when it is judged in S220 that surfacing parameter p3RL after amendment of left rear ring 24RL is larger than the evaluation multiplier k1, That is, when it is judged that possibility that left rear ring 24RL will surface from a road surface, and a car will fall (sideslip) is high Shift to S230, the damping force which joins forward right ring 24FR is made to increase suitably like the case where affirmative judgment is carried out in S210, and surfacing parameter p3RL after amendment of left rear ring 24RL is decreased (if it puts in another way). It is made for left rear ring 24RL to touch a road surface, and it ends the car fall prevention control processing concerned.

[0076] Moreover, on the other hand, when it is judged in S220 that surfacing parameter p3RL after amendment of left rear ring 24RL is not larger than the evaluation multiplier k1 (i.e., when it is judged that left rear ring 24RL grips on the road surface), the car fall prevention control processing concerned is ended.

[0077] In addition, processing of S130 is equivalent to the wheel acceleration-measurement means of claim 5, processing of S140-S150 is equivalent to the surfacing parameter estimation means of claim 4, processing of S160 is equivalent to the correction factor calculation means of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



claim 5, and processing of S170 is equivalent to the surfacing parameter amendment means of claim 5.

[0078] It is based on VWFL-VWRR whenever [ wheel speed / of wheel 24floor-line-24RR ]. the car measured in this example S120 as explained above (detection) -- each -- Formula (2) The order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT are computed using - (4), respectively (S140). furthermore, the calculation result of the order [ this ] ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT -- being based -- formula (5) - (8) -- using -- a car -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR is computed as estimate (S150).

[0079] It is based on wheel acceleration AWFL-AWRR of wheel 24floor-line-24RR. moreover, the car measured in this example S130 (detection) -- each -- formula (9) - (12) -- using -- a car -- each -- the surfacing parameter p of wheel 24floor-line-24RR, as each correction factor p2 floor line-p2RR is computed 1 RR 1 floor line-p (S160) and it is shown in formula (13) - (16) 1 floor line-p, 1 RR, it is alike, respectively and multiplication is carried out. each of this correction factor p2 floor line-p2RR -- each -- the surfacing parameter p of wheel 24floor-line-24RR -- each -- each surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- amending (S170) -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR is computed (presumption).

[0080] thus -- this example -- each -- computing surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR (presumption) -- facing -- a car -- each, although only VWFL-VWRR and wheel acceleration AWFL-AWRR are measured whenever [ wheel speed / of wheel 24floor-line-24RR ] (detection) whenever [ this wheel speed ] -- VWFL-VWRR and wheel acceleration AWFL-AWRR -- a car -- each -- it is detectable by processing the signal from sensor 31floor-line-31RR whenever [ wheel speed / which was prepared in wheel 24floor-line-24RR ]. namely, the simple configuration using only the signal from sensor 31floor-line-31RR whenever [ wheel speed / which is usually attached in the car in this example ] -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR is computable (presumption).

[0081] and in this example, it is computed with such a simple configuration (presumption) -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0082] that is, -- this example -- each -- the value (if it puts in another way) which only the thing corresponding to the wheel which surfaced from the road surface among surfacing parameter p3 floor line-p3RR(s) after amendment of wheel 24floor-line-24RR separated from 0 greatly the predetermined value (minute value) which sandwiched 0, since it is a value out of range, and is computed as a forward value (presumption) and the thing corresponding to the wheel enough gripped on the road surface which has not surfaced from other road surfaces is computed with 0 (presumption) this amendment back -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0083] There is a wheel which surfaced from the road surface in this example. Moreover, the wheel acceleration of this wheel For example, when detected as a value (for example, minute value smaller than 0.005 in an absolute value) of predetermined value within the limits which sandwiched 0 The value to which the correction factor of the surfacing parameter in this wheel exceeds 1 certainly Since it is computed as (for example, the inverse number of 0.005) and the surfacing parameter after amendment of this wheel is computed as a certainly large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel (presumption) in such a case -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed more correctly.

[0084] Evaluation to surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR is performed (S180, S190, S210, S220). and by this example, it is computed further in

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

this way (presumption) -- each -- When it is judged that possibility that there will be a wheel which surfaced from the road surface and a car will fall (sideslip) is high One damping force is made to increase suitably among front-wheel 24floor line on either side and 24FR (S200, S230), and the surfacing parameter after amendment of the wheel which surfaced from the road surface is decreased (if it puts in another way, it will be made for the wheel which surfaced from the road surface to touch a road surface). Therefore, the driving stability of the car at the time of car transit (revolution) can be raised.

[0085] in addition, in this example, it is computed using formula (5) - (8) (presumption) -- each -  
- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR If the surfacing parameter of one certain wheel is computed as a forward value (the predetermined value which sandwiched 0 (minute value) being a value out of range if it puts in another way forward value) (presumption) After the surfacing parameter of other wheels is computed with 0 (presumption) and two wheels of a car have surfaced [ for example, ] from the road surface this -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR (as a result, surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment) of wheel 24floor-line-24RR -- each -- it will be computed as the surfacing condition from the actual road surface of wheel 24floor-line-24RR, and a not corresponding value (incorrect presumption).

[0086] However, it sets in the transitional condition that only one wheel before two wheels are in the condition of having risen to surface from the road surface, as mentioned above surfaces from a road surface. each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR (as a result, surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment) of wheel 24floor-line-24RR -- each -- it is computed as the surfacing condition from the actual road surface of wheel 24floor-line-24RR, and a corresponding value (presumption).

[0087] Therefore, in this transitional condition, like the above S200 and S230, if the surfacing parameter after amendment of the wheel which surfaced from the road surface is decreased, it will be satisfactory [ one damping force is made to increase suitably among front-wheel 24floor line on either side and 24FR, and ] practically (if it is made for the wheel which surfaced from the road surface when putting in another way to touch a road surface).

[0088] moreover -- on the other hand -- this example -- a car -- each -- wheel 24floor-line-24RR -- the driving force beyond the predetermined value from an internal combustion engine 21 -- or At the time of the sudden acceleration and deceleration which the damping force beyond the predetermined value from a hydraulic circuit 40 (brake oil pressure which joins a wheel cylinder) joins each, since the sign of the ring speed difference pL before and after not being concerned with a surfacing condition from the actual road surface of wheel 24floor-line-24RR but computing using formula (2) - (4), the crossover ring speed difference pX, or the right-and-left ring speed difference pT may interchange each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR (as a result, surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment) of wheel 24floor-line-24RR -- each -- it may be computed as the surfacing condition from the actual road surface of wheel 24floor-line-24RR, and a not corresponding value (incorrect presumption)

[0089] Since it corresponds in such a case, then, more preferably a car -- each -- the drive condition and braking condition of wheel 24floor-line-24RR It supervises by evaluating the magnitude of wheel acceleration AWFL-AWRR measured (detection). For example, at the time of the above sudden acceleration and deceleration car fall prevention control processing of this example -- each -- it is good to constitute so that it may forbid presuming surfacing parameter p1 floor line-p1RR (as a result, surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment) of wheel 24floor-line-24RR.

[0090] in addition, at the time of the usual transit of a car which it is not at the above sudden acceleration-and-deceleration time the condition that two wheels have not surfaced from a road surface -- setting -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR (as a result) of wheel 24floor-line-24RR surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment -- each -- in such a case, since it is computed as the surfacing condition from the actual road surface of wheel 24floor-line-24RR, and a corresponding value (presumption) each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR is correctly detectable satisfactory.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0091] As mentioned above, although one example of this invention was explained, this invention is not limited to the above-mentioned example, and can take various modes. For example, although the above-mentioned example explained the case where this invention was applied to the car (if it puts in another way front drive vehicle) of a front engine front-drive (FF) method, even if it applies this invention to the car (if it puts in another way rear drive vehicle) of a front engine rear drive (FR) method, it can acquire the same effectiveness as the above-mentioned example.

[0092] moreover -- the above-mentioned example -- each, in case surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR is computed (presumption) Although the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and all the right-and-left ring speed difference pT were computed using formula (2) - (4) and calculation (presumption) using formula (5) - (8) was performed based on this calculation result based on the measurement (detection) result of VWFL-VWRR whenever [ wheel speed ] the inside of the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT -- two - - computing -- following calculation procedure \*\* - \*\* -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR may be computed.

[0093] \*\* The calculation procedure of p1floor line : compute them by carrying out the multiplication of the two function values containing two parameters (two among the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT) computed among three function values max (pL, 0), max (- pX, 0), and max (pT, 0).

[0094] \*\* The calculation procedure of p1FR : compute them by carrying out the multiplication of the two function values containing two parameters (two among the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT) computed among three function values max (pL, 0), max (pX, 0), and max (- pT, 0).

[0095] \*\* The calculation procedure of p1RL : compute them by carrying out the multiplication of the two function values containing two parameters (two among the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT) computed among three function values max (- pL, 0), max (pX, 0), and max (pT, 0).

[0096] \*\* The calculation procedure of p1RR : compute them by carrying out the multiplication of the two function values containing two parameters (two among the order ring speed difference pL, the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT) computed among three function values max (- pL, 0), max (- pX, 0), and max (- pT, 0).

[0097] (However, functor which returns the value in the parenthesis in which Functor max follows Functor max, i.e., the maximum of the arguments divided with the comma, as a function value)

Moreover, although correction factor p2 floor line-p2RR was computed as a result of [ of wheel acceleration AWFL-AWRR ] measurement (detection) in the above-mentioned example as each inverse number (specifically the measurement (detection) result of wheel acceleration AWFL-AWRR inverse number of the correction value of each absolute value) When there is a wheel which surfaced from the road surface, the surfacing parameter after amendment of this wheel compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel so that it may be computed as an always large value (presumption) for example, the measurement (detection) result of wheel acceleration AWFL-AWRR -- from an internal combustion engine 21 -- each -- as a result of [ of the driving force (driving torque) transmitted to wheel 24floor-line-24RR ] measurement (detection) and -- from a hydraulic circuit 40 -- each -- it may amend using the measurement (detection) result of the damping force (damping torque) transmitted to wheel 24floor-line-24RR, respectively, and the above-mentioned correction factor p2 floor line-p2RR may be computed as the inverse number of each of this correction value.

[0098] That is, if it is in the condition that the driving force (driving torque) from an internal combustion engine 21 was transmitted to the wheel which surfaced from the road surface, since [ for example ] the frictional force from a road surface has not joined this wheel, Whenever [ wheel speed / of this wheel ] will blow up to other road surfaces compared with whenever [ wheel speed / of the wheel gripped enough ] (if it puts in another way). The wheel acceleration

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of this wheel compares with the wheel acceleration of the wheel enough gripped on other road surfaces. If it is in the condition that the damping force (damping torque) from a hydraulic circuit 40 was transmitted to the wheel which will become large in the forward direction and surfaced from the road surface Whenever [ wheel speed / of this wheel ] will fall compared with whenever [ wheel speed / of the wheel gripped enough ] on other road surfaces (if it puts in another way). The wheel acceleration of this wheel compares with the wheel acceleration of the wheel enough gripped on other road surfaces. it becomes large in the negative direction — \*\*\*\*\* — the wheel acceleration which became large [ in the direction of one of positive/negative ] in this way It amends using the measurement (detection) result of the driving force (driving torque) and damping force (damping torque) which are transmitted to this wheel. If the correction factor of the surfacing parameter in this wheel is computed as the inverse number of the value (a different minute value from 0) of predetermined value within the limits which sandwiched 0 The surfacing parameter after amendment of this wheel is computable as an always large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel (presumption).

[0099] and as a concrete mode which computes correction factor p2 floor line-p2RR by amending the measurement (detection) result of wheel acceleration AWFL-AWRR as mentioned above It driving-torque-TeFL(s). for example, -- first -- each -- it is transmitted to wheel 24floor-line-24RR -- TeFR, TeRL, and TeRR -- and -- each -- damping torque TbFL, TbFR, TbRL, and TbRR which are transmitted to wheel 24floor-line-24RR are detected, respectively, and, subsequently what computes correction factor p2 floor line-p2RR in following calculation procedure \*\* - \*\* can be considered.

[0100] \*\* The calculation procedure of p2floor line : (TeFL+TbFL) in  $\leq K$ , compute p2floor line using a formula (9), and, in  $> (TeFL+TbFL) K$ , compute p2floor line by the operation which set |AWFL|H to 0.005 in the formula (9), p2floor-line=1/0.005. [ i.e., ]

[0101] \*\* The calculation procedure of p2FR : (TeFR+TbFR) in  $\leq K$ , compute p2FR using a formula (10), and, in  $> (TeFR+TbFR) K$ , compute p2FR by the operation which set |AWFR|H to 0.005 in the formula (10), p2FR=1/0.005. [ i.e., ]

[0102] \*\* The calculation procedure of p2RL : (TeRL+TbRL) in  $\leq K$ , compute p2RL using a formula (11), and, in  $> (TeRL+TbRL) K$ , compute p2RL by the operation which set |AWRL|H to 0.005 in the formula (11), p2RL=1/0.005. [ i.e., ]

[0103] \*\* The calculation procedure of p2RR : (TeRR+TbRR) in  $\leq K$ , compute p2RR using a formula (12), and, in  $> (TeRR+TbRR) K$ , compute p2RR by the operation which set |AWRR|H to 0.005 in the formula (12), p2RR=1/0.005. [ i.e., ]

[0104] (However, the driving torque of a coupled driving wheel always performs the above-mentioned calculation as 0 among driving torque TeFL-TeRR.) Moreover, K is a predetermined value (constant).

Driving torque TeFL-TeRR and damping torque TbFL-TbRR are different values for every wheel here. Driving torque TeFL-TeRR For example, the engine speed detected by processing the signal from the various sensors usually attached in order to control actuation of the internal combustion engine 21 of a car, Whenever [ change-gear-ratio etc. and wheel speed / which is detected by processing the signal from a sensor whenever / wheel speed ], It is detected by using the map (illustration not being carried out) which set up beforehand relation with corresponding driving torque TeFL-TeRR (presumption). Damping torque TbFL-TbRR For example, the master cylinder internal pressure detected by processing the signal from the various sensors usually attached in order to control actuation of the various actuators (illustration is not carried out) formed in the hydraulic circuit 40, It is detected by using the map (illustration not being carried out) which set up beforehand relation with corresponding damping torque TbFL-TbRR (presumption).

[0105] That is, it realizes using above-mentioned calculation procedure \*\* - \*\* with the simple configuration only using the signal from the sensor usually attached in the car like [ the above-mentioned mode which computes correction factor p2 floor line-p2RR ] the mode of the above-mentioned example. and in the mode which computes correction factor p2 floor line-p2RR using above-mentioned calculation procedure \*\* - \*\*, in this way Since the correction factor of the surfacing parameter of this wheel can be computed as a value (for example, inverse number of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



0.005) always exceeding 1 when there is a wheel which surfaced from the road surface The surfacing parameter after amendment of this wheel is computed as an always large value compared with the surfacing parameter before amendment of this wheel (presumption). namely, -- this mode -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed much more correctly.

[0106] in addition, correction factor p2 floor line-p2RR -- not computing -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- calculation (presumption) -- carrying out -- this -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- it is also possible to presume correctly the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR.

[0107] That is, a value forward only in the surfacing parameter corresponding to the wheel which surfaced from the road surface as mentioned above (if it puts in another way) the predetermined value (minute value) which sandwiched 0, since it is a value out of range, and is computed as a forward value (presumption) and the surfacing parameter of the wheel enough gripped on the road surface which has not surfaced from other road surfaces is computed with 0 (presumption) this -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0108] and -- such -- each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the mode which presumes the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR for example, -- each -- the four-wheel drive car with which the driving force (driving torque) transmitted to wheel 24floor-line-24RR becomes the same -- In the car with which it had the antiskid-control device which the damping force (braking torque) transmitted to a wheel (left-hand side wheel 24floor line, 24RL and right-hand side wheel 24RL, 24RR) on either side controls not to differ extremely with a wheel on either side, it is especially effective.

[0109] That is, if one wheel surfaces from a road surface, since only whenever [ this one wheel speed / of a wheel ] will be detected as a completely different value from whenever [ wheel speed / of other wheels ] in such a car Only the surfacing parameter corresponding to the wheel which surfaced from this road surface will be computed as a value (the predetermined value which sandwiched 0 (minute value) being a value out of range, if it puts in another way forward value) which is separated from 0 enough (detection), and the surfacing parameter of other wheels will be computed with 0 (presumption). therefore, correction factor p2 floor line-p2RR -- each -- even if it does not amend surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR before amendment -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed sufficiently correctly.

[0110] moreover, on the other hand, it was measured by the same technique as the above-mentioned example (detection) -- each -- the wheel acceleration of one specific wheel among wheel acceleration AWFL-AWRR of wheel 24floor-line-24RR -- beyond predetermined time -- abbreviation 0 (if it puts in another way) if it is the value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time, it is in the condition that this wheel surfaced from the road surface -- presuming -- you may make -- this case -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0111] That is, only the wheel acceleration of one specific wheel among wheel acceleration AWFL-AWRR of all wheels is abbreviation 0 (if it puts in another way) beyond predetermined time. If it is the value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time, for other wheels, the frictional force from a road surface will work at least. The frictional force from a road surface does not join this one specific wheel. The driving force from an internal combustion engine 21, Since it can presume that the damping force (brake oil pressure which joins a wheel cylinder) from a hydraulic circuit 40 is not added, either, it can be presumed that it is in the condition that this one specific wheel surfaced from the road surface.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0112] in addition, this voice -- like -- setting -- each, in order to prevent the presumed error at the time of presuming the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR Although it presumes that it is in the condition that this wheel surfaced from the road surface when the wheel acceleration of a wheel is detected beyond predetermined time as abbreviation 0 (value of predetermined value within the limits which sandwiched 0 beyond predetermined time when putting in another way) What is necessary is just to set suitably the time amount (the above-mentioned predetermined time) whose wheel acceleration of this wheel set up in order to presume surfacing from the road surface of this wheel is abbreviation 0 (value of predetermined value within the limits which sandwiched 0) as characteristic different time amount to every car (type of a car).

[0113] Next, the example of an experiment which supports the effectiveness which the above-mentioned example mentioned above has is explained.

[Example of an experiment] when revolution transit of the experiment car with which it had the same car behavior presumption equipment as the above-mentioned example in this experiment is carried out it is computed using formula (13) - (16) (presumption) -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- it verified whether the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR could be presumed correctly.

[0114] The result of this experiment is explained using drawing 3 and drawing 4. first, drawing 3 (a) was detected in this experiment car -- each -- the change to time amount progress of VWFL-VWRR is shown whenever [ wheel speed / of wheel 24floor-line-24RR ].

[0115] And in drawing 3 (a), it sets in the time zone between abbreviation 0-1.3sec(s) in drawing. Whenever [ wheel speed / of wheel 24FR on the right-hand side of this experiment car, and 24RR ] VWFR, Since VWRR was detected as a larger value than VWFL and VWRL whenever [ wheel speed / of left-hand side wheel 24floor line and 24RL ] and the relation of a detection value is reversed whenever [ this wheel speed ] in a subsequent time zone (time zone between abbreviation 1.3-2.5sec(s)), By this experiment car, it turns out that the steering (illustration is not carried out) was steered rightward during anticlockwise rotation transit.

[0116] Moreover, in drawing 3 (a), it sets in the time zone (especially abbreviation 1.4-2.3 time zone between sec(s)) after the steering was steered rightward as mentioned above. VWRR is detected [ whenever / wheel speed / of forward right ring 24FR ] whenever [ wheel speed / of right rear ring 24RR ] as VWFR and a value which separated greatly. Two time zones in the time zone after this steering was steered rightward (in detail) In the time zone between abbreviation 1.7-1.95sec(s), and the time zone between abbreviation 2.15-2.3sec(s) Only VWRR is detected whenever [ wheel speed / of right rear ring 24RR ] with abbreviation regularity (whenever [ wheel speed / by which the wheel acceleration AWRR of right rear ring 24RR will be detected with abbreviation 0 (value of predetermined value within the limits which sandwiched 0) if it puts in another way ]). That is, by this experiment car, in the two above-mentioned time zones, right rear ring 24RR surfaces from a road surface, and is considered to have changed into the condition (condition that the frictional force from a road surface is not added, but neither the driving force from an internal combustion engine 21 nor the damping force from a hydraulic circuit 40 is also added if it puts in another way) of having raced.

[0117] On the other hand, drawing 3 (b) - (d) shows the change to time amount progress of the ring speed difference pL before and after computing using formula (2) - (4), the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT based on the measurement (detection) result of VWFL-VWRR, respectively whenever [ wheel speed / which was shown in drawing 3 (a) ]. In drawing 3 (b) - (d), in addition, the order ring speed difference pL, crossover ring speed difference pX, And a sign is replaced for convenience and the broken line shows the part which showed the part by which the right-and-left ring speed difference pT was computed as a forward value as the continuous line as +pL, +pX, and +pT, respectively, and was conversely computed as a negative value as -pL, -pX, and -pT, respectively.

[0118] moreover, on the other hand, drawing 4 (a) was computed using formula (5) - (8) based on the calculation result of the ring speed difference pL before and after showing in drawing 3 (b) - (d), the crossover ring speed difference pX, and the right-and-left ring speed difference pT

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(presumption) -- each -- the change to time amount progress of wheel 24floor-line-24RR of surfacing parameter p1 floor line-p1RR is shown.

[0119] Moreover, drawing 4 (b) was detected by carrying out differential processing of the measurement (detection) result of VWFL-VWRR whenever [ wheel speed / which was shown in drawing 3 (a) ]. It is based on wheel acceleration AWFL-AWRR (illustration is not carried out) of wheel 24floor-line-24RR. each -- it was computed using formula (9) - (12) -- each -- the surfacing parameter p of wheel 24floor-line-24RR -- the change to each time amount progress of correction factor p2 floor line-p2RR is shown 1 RR 1 floor line-p.

[0120] And the calculation (presumption) result of surfacing parameter p1 floor line-p1RR which showed drawing 4 (c) to drawing 4 (a), based on the calculation result of correction factor p2 floor line-p2RR shown in drawing 4 (b), it was computed using formula (13) - (16) (presumption) - each -- the change to the time amount progress of surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR is shown.

[0121] In addition, although there is a part shown as if some parameters in drawing (correction factor p2 floor line-p2RR in drawing 4 (b) and p3RR in drawing 4 (c)) became fixed at the upper limit, after reaching the upper limit of the axis of ordinate of a graph in drawing 4 (b) and (c) This shows that these parameters serve as a value beyond the upper limit of the axis of ordinate of a graph in this part.

[0122] and -- from drawing 4 (c) -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- it turns out that the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly. That is, it sets in the two above-mentioned time zones considered that right rear ring 24RR surfaced from the road surface by drawing 4 (c). Surfacing parameter p3RR after amendment of right rear ring 24RR is computed as a bigger value than the evaluation multiplier k1 (presumption). Wheel 24floor line which has not surfaced from other road surfaces and which is considered to grip enough on the road surface, 24FR, surfacing parameter p3floor line after amendment of 24RL, p3FR, surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment since p3RL is computed with 0 (presumption) -- a car -- each -- it turns out that the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR can be presumed correctly.

[0123] therefore, it is computed from the experimental result shown in drawing 3 and drawing 4 using formula (13) - (16) (presumption) -- each -- surfacing parameter p3 floor line-p3RR after amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- it has checked that the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR could be presumed correctly.

[0124] At drawing 4 (a), VWRR in in addition, the time zone (time zone between abbreviation 1.4-2.3sec(s)) detected as a value greatly left [ whenever / wheel speed / of right rear ring 24RR ] ..... with VWFR whenever [ wheel speed / of forward right ring 24FR ] by drawing 3 (a) Surfacing parameter p1RR of right rear ring 24RR is a forward value (if it puts in another way). Are a value outside the predetermined value range which sandwiched 0, and it is computed as a forward value (presumption). Wheel 24floor line which has not surfaced from other road surfaces and which is considered to grip enough on the road surface, From 24FR, surfacing parameter p1floor line of 24RL, p1FR, and p1RL being computed with 0 (presumption) each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR before amendment of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR is known by that presuming correctly is possible.

[0125] that is, in the time zone between the above-mentioned abbreviation 1.4-2.3sec(s) When right rear ring 24RR surfaces from the road surface, it is thought that the frictional force from the road surface which works to right rear ring 24RR is small (in the two above-mentioned time zones, further). It is thought that the frictional force from a road surface has not joined right rear ring 24RR. Surfacing parameter p1RR of right rear ring 24RR In such a condition that right rear ring 24RR surfaces from the road surface From being computed as a forward value (the predetermined value which sandwiched 0 being a value out of range, if it puts in another way forward value) (presumption) each -- surfacing parameter p1 floor line-p1RR of wheel 24floor-line-24RR -- a car -- each -- the surfacing condition from the road surface of wheel 24floor-line-24RR is known by that presuming correctly is possible.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0126] In addition, although there is a time zone when surfacing parameter p1floor line of forward left ring 24floor line and surfacing parameter p3floor line after amendment are computed as a forward value (the predetermined value which sandwiched 0 being a value out of range if it puts in another way forward value), respectively (presumption) in drawing 4 (a) and (c) Although it is in the transitional condition that surfacing parameter p3floor line after amendment of forward left ring 24floor line does not serve as a bigger value than the evaluation multiplier k1, and forward left ring 24floor line surfaces from the road surface in these time zones, it is thought that it is still in the condition of gripping on the road surface.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-88670

(P2001-88670A)

(43)公開日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 6 0 T 8/24

識別記号

F I

B 6 0 T 8/24

テーマコード(参考)

3 D 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平11-272597

(22)出願日 平成11年9月27日(1999.9.27)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 小野木 伸好

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100082500

弁理士 足立 勉

Fターム(参考) 3D045 BB37 EE21 GG28

(54)【発明の名称】 車両挙動推定方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 車両に通常取り付けられているセンサからの信号だけを用いる簡易な構成にて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定すること。

【解決手段】 車両の各車輪の車輪速度及び車輪加速度を測定し(S120、S130)、車輪速度を用いて算出されるpL、pX、pTに基づき、下記4式

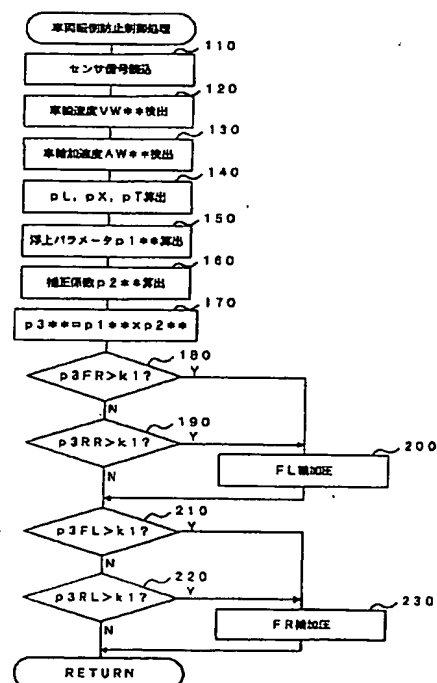
$p1FL = \max(pL, 0) \cdot \max(-pX, 0) \cdot \max(pT, 0)$

$p1FR = \max(pL, 0) \cdot \max(pX, 0) \cdot \max(-pT, 0)$

$p1RL = \max(-pL, 0) \cdot \max(pX, 0) \cdot \max(pT, 0)$

$p1RR = \max(-pL, 0) \cdot \max(-pX, 0) \cdot \max(-pT, 0)$

を用いて、各車輪の路面からの浮上状態を表す浮上パラメータp1FL~p1RRを算出し(S150)、さらに、この浮上パラメータp1FL~p1RRに、車輪加速度の逆数である補正係数p2FL~p2RRを夫々乗算する(S170)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両走行時に、該車両の各車輪のうちのいずれかが路面から浮上しているか否かを推定する車両挙動推定方法であって、  
前記車両の各車輪の回転加速度を夫々測定し、  
該各車輪の回転加速度の測定結果のうち、特定の1つの車輪の回転加速度だけが所定時間以上略0である場合

$$pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL)$$

$$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR)$$

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$$

(但し、VWFL：左前輪の回転速度、VWFR：右前輪の回転速度、VWRL：左後輪の回転速度、VWRR：右後輪の回転速度)にて定義される前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ のうち、少なくとも2つを算出し、該算出結果に基づき、下記算出手順①～④にて、左前輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、右前輪の浮上パラメータ $p1FR$ 、左後輪の浮上パラメータ $p1RL$ 、及び右後輪の浮上パラメータ $p1RR$ を推定値として算出することを特徴とする車両挙動推定方法。

①  $p1FL$ の算出手順：3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

②  $p1FR$ の算出手順：3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

③  $p1RL$ の算出手順：3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

④  $p1RR$ の算出手順：3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

$$pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL)$$

$$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR)$$

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$$

(但し、VWFL：左前輪の回転速度、VWFR：右前輪の回転速度、VWRL：左後輪の回転速度、VWRR：右後輪の回転速度)にて定義される前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ のうち少なくとも2つを算出し、該算出結果に基づき、下記算出手順①～④にて、左前輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、右前輪の浮上パラメータ $p1FR$ 、左後輪の浮上パラメータ $p1RL$ 、及び右後輪の浮上パラメータ $p1RR$ を推定値として算出する浮上パラメータ推定手段と、

①  $p1FL$ の算出手順：3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

②  $p1FR$ の算出手順：3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

③  $p1RL$ の算出手順：3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

に、該車輪が路面から浮上した状態にあると推定することを特徴とする車両挙動推定方法。

【請求項2】 車両走行時に、該車両の各車輪の路面からの浮上状態を表す、各車輪の浮上パラメータを推定する車両挙動推定方法であって、前記車両の各車輪の回転速度を夫々測定し、該各車輪の回転速度の測定結果に基づき下記3式

も2つの関数値を乗算して算出する。(但し、関数記号 $\max$ は、関数記号 $\max$ に続く括弧内の値、即ち、カンマで区切られた引数のうちの最大値を関数値として返す関数記号)

【請求項3】 前記車両の各車輪の回転加速度を夫々測定し、

算出された前記各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々の補正係数として、前記各車輪の回転加速度の測定結果夫々の逆数を算出し、算出された該夫々の補正係数を前記各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々に乗算して、前記各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々を補正することを特徴とする請求項2に記載の車両挙動推定方法。

【請求項4】 車両走行時に、該車両の各車輪の路面からの浮上状態を表す、各車輪の浮上パラメータを推定する車両挙動推定装置であって、

前記車両の各車輪の回転速度を夫々測定する車輪速度測定手段と、

該車輪速度測定手段にて測定された前記各車輪の回転速度に基づき下記3式

$0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

④  $p1RR$ の算出手順：3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。(但し、関数記号 $\max$ は、関数記号 $\max$ に続く括弧内の値、即ち、カンマで区切られた引数のうちの最大値を関数値として返す関数記号)を備えたことを特徴とする車両挙動推定装置。

【請求項5】 前記車両の各車輪の回転加速度を夫々測定する車輪加速度測定手段と、

前記浮上パラメータ推定手段にて算出された前記各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々の補正係数として、前記各車輪の回転加速度の測定結果夫々の逆数を算出する補正係数算出手段と、該補正係数算出手段にて算出された夫々の補正係数を前記各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々に乗算して、前記各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々を補正することを特徴とする請求項4に記載の車両挙動推定装置。

L、p1RR夫々に乗算して、前記各車輪の浮上パラメータp1FL、p1FR、p1RL、p1RR夫々を補正する浮上パラメータ補正手段と、  
を備えたことを特徴とする請求項4に記載の車両挙動推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両走行時に、車両の各車輪の路面からの浮上状態を推定する車両挙動推定方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、車両走行時、例えば車両旋回時における車両の転倒を防止する技術として、車両の各車輪の路面からの浮上状態を推定し、この推定された浮上状態に応じて各車輪に加わる制動力を制御することにより、車両の転倒（横転）を防止する車両転倒防止制御が知られている。

【0003】そして、このような車両転倒防止制御においては、車両の各車輪の路面からの浮上状態を高精度に推定することが必要である。従来、車両の各車輪の路面からの浮上状態の推定方法としては、例えば、本出願人が特願平11-72568号にて開示したように、例えば、車輪速度センサからの信号から検出された各車輪の実際の回転速度（以下、車輪速度とも記す）と、横加速度センサからの信号から検出された車両に作用する実際の横加速度とを用いて行うものがあった。

【0004】具体的には、例えば、車両が旋回走行等の走行状態にある際に、車輪が路面に十分グリップした状態となる旋回外輪の実際の車輪速度（旋回外輪の車輪速度検出値）と車両に作用する実際の横加速度（横加速度検出値）とから、旋回内輪が路面から浮上していない場合における旋回内輪の車輪速度を推定値として算出し、この推定値と旋回内輪の実際の車輪速度（旋回内輪の車輪速度検出値）との差の絶対値を、旋回内輪の路面からの浮上状態を表す浮上パラメータとして算出し、用いる。

【0005】このとき、旋回内輪が路面から浮上していくと、旋回内輪と路面との間の摩擦力がなくなるため、旋回内輪の車輪速度推定値と、旋回内輪の実際の車輪速度（旋回内輪の車輪速度検出値）との差が大きくなり、結局、浮上パラメータが大きくなることになる。

【0006】つまり、このように算出される浮上パラメータにて、各車輪（旋回内輪）の路面からの浮上状態を高精度に推定することができ、この浮上パラメータが予め定めた閾値より大きくなった場合、即ち、旋回内輪が路面から浮上したことを検出し、車両が転倒（横転）する可能性が高いと判断した場合には、例えば、この車両の旋回外輪側の前輪に制動力を加え、車両の走行状態をアンダーステア傾向にすることにより転倒（横転）を防止することができるのである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のように車両の各車輪の路面からの浮上状態（つまり、浮上パラメータ）の推定を行うのでは、車両に通常取り付けられている車輪速度センサに加えて、車体姿勢を検出する横加速度センサを用いる必要があるため、装置構成が複雑となり、コストアップになる場合があった。

【0008】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、車両に通常取り付けられているセンサからの信号だけを用いる簡易な構成にて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができる車両挙動推定方法及び装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、車両走行時に、車両の各車輪のうちのいずれかが路面から浮上しているか否かを推定する車両挙動推定方法であって、この車両挙動推定方法では、まず、車両走行時に、車両の各車輪の回転加速度を夫々測定する。そして、測定された各車輪の回転加速度のうち、特定の1つの車輪の回転加速度だけが、所定時間以上略0であれば、この車輪が路面から浮上した状態にあると推定する。

【0010】このように、本発明方法（請求項1）では、車両の各車輪の路面からの浮上状態を推定するのに際して、車両走行時における車両の各車輪の回転加速度だけを測定するが、車両の各車輪の回転加速度は、車両の各車輪に設けられた車輪速度センサからの信号を処理することにより検出することができるので、本発明方法（請求項1）は、車両に通常取り付けられている車輪速度センサからの信号だけを用いる簡易な構成にて実現される。

【0011】そして、本発明方法（請求項1）によれば、このような簡易な構成にて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。つまり、車両走行時に、車両の各車輪の回転加速度を夫々測定し、測定された車両の全ての車輪の回転加速度のうち、特定の1つの車輪の回転加速度だけが所定時間以上略0（換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範囲内の値）であれば、他の車輪には少なくとも路面からの摩擦力が働き、この特定の1つの車輪には路面からの摩擦力が加わっていないと推定できることから、この特定の1つの車輪が路面から浮上した状態にあると推定することができるのである。

【0012】尚、本発明方法（請求項1）では、各車輪の路面からの浮上状態を推定する際の推定誤差を防ぐため、車輪の回転加速度が所定時間以上略0（換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範囲内の値）として検出された場合に、この車輪が路面から浮上した状態

にあると推定するが、この車輪の路面からの浮上を推定するために設定される、この車輪の回転加速度が略0

(0を挟んだ所定値範囲内の値)である時間(上記所定時間)は、例えば、車両(車種)毎に特有な、異なる時間として適宜設定されるものである。

$$pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL)$$

$$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR)$$

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$$

(但し、VWFL:左前輪の回転速度、VWFR:右前輪の回転速度、VWRL:左後輪の回転速度、VWRR:右後輪の回転速度)にて定義される前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ のうち、少なくとも2つを算出し、この算出結果に基づき、下記算出手順①~④にて、各車輪の路面からの浮上状態を表す、各車輪の浮上パラメータ、即ち、左前輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、右前輪の浮上パラメータ $p1FR$ 、左後輪の浮上パラメータ $p1RL$ 、及び右後輪の浮上パラメータ $p1RR$ を推定値として算出する。

【0014】①  $p1FL$ の算出手順:3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

②  $p1FR$ の算出手順:3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

【0015】③  $p1RL$ の算出手順:3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

④  $p1RR$ の算出手順:3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

【0016】(但し、関数記号 $\max$ は、関数記号 $\max$ に続く括弧内の値、即ち、カンマで区切られた引数のうちの最大値を関数値として返す関数記号)

このように、本発明方法(請求項2)では、車両の各車輪の浮上パラメータを算出(推定)するのに際して、車両走行時における車両の各車輪の回転速度だけを測定するが、車両の各車輪の回転速度は、車両の各車輪に設けられた車輪速度センサからの信号を処理することにより検出することができるので、本発明方法(請求項2)は、車両に通常取り付けられている車輪速度センサからの信号だけを用いる簡易な構成にて実現される。

【0017】そして、本発明方法(請求項2)によれば、このような簡易な構成にて算出(推定)される各車輪の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。即ち、まず、例えば、車両が右旋回走行を行っている際に、旋回内輪の後輪である右後輪が路面から浮上していくと、右後輪に加わる路面からの摩擦力が小さくなるため、車両の各車輪の回転速度の測定結果に基づいて算出される前後輪速度差 $pL$ 及び交差輪速度差 $pX$ が、共に負の値(換言す

【0013】次に、請求項2に記載の車両挙動推定方法では、まず、車両走行時に、車両の各車輪の回転速度を夫々測定する。そして、各車輪の回転速度の測定結果に基づき下記3式

れば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、負の値)となる。

【0018】また、この場合、車両は右旋回走行を行っているため、車両の各車輪の回転速度の測定結果に基づいて算出される左右輪速度差 $pT$ も負の値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、負の値)となる。従って、上記前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ のうち、少なくとも2つを算出し、この算出結果に基づき、上記算出手順①~④にて、各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ を算出(推定)すれば、路面から浮上した右後輪の浮上パラメータ $p1RR$ だけが正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ は0と算出される。

【0019】そして、本発明方法(請求項2)によれば、車両の右後輪以外の車輪が路面から浮上していく場合も、上記と同様に、浮上した車輪に対応する浮上パラメータだけが正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪の浮上パラメータは0と算出(推定)されるので、本発明方法(請求項2)によれば、この各車輪の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができるのである。

【0020】具体的には、例えば、上記各車輪の浮上パラメータの中で、予め設定した閾値たる評価係数(0を挟んだ所定値範囲外の値であって、正の値)より大きな値として算出(推定)されるものがあれば、この浮上パラメータに対応する車輪を、路面から浮上した車輪として推定することができる。

【0021】そして、このようにすれば、路面から浮上した車輪の回転加速度が所定時間以上略0(換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範囲内の値)とならない場合であっても、路面から浮上した車輪を正確に推定することができる。つまり、請求項1に記載の発明方法では、車両を駆動する駆動力発生源(例えば、内燃機関)からの駆動力や、車両を制動する制動力発生源(例えば、油圧回路)からの制動力が、路面から浮上した車輪に加わっている場合に、この車輪の回転加速度が略0(換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範

囲内の値)とならないため、この車輪を路面から浮上した車輪として正確に推定できない場合があるが、本発明方法(請求項2)では、このような場合であっても、上記のように評価係数を適宜設定することによって、路面から浮上した車輪を正確に推定することができるのである。

【0022】また、一方、請求項3に記載の車両挙動推定方法のように、請求項2に記載の車両挙動推定方法に対して、さらに、車両の各車輪の回転加速度を測定し、上記のように算出される各車輪の浮上パラメータ  $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$  夫々の補正係数として、各車輪の回転加速度の測定結果夫々の逆数を算出し、算出された夫々の補正係数を各車輪の浮上パラメータ  $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$  夫々に乗算して、各車輪の浮上パラメータ  $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$  夫々を補正しても良い。

【0023】この場合、各車輪の浮上パラメータ  $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$  夫々の補正係数を算出する際に使用する各車輪の回転加速度は、車両の各車輪に設けられた車輪速度センサからの信号を処理することにより検出することができるので、本発明方法(請求項3)は、上記発明方法(請求項2)と同様、車両に通常取り付けられている車輪速度センサからの信号だけを用いる簡易な構成にて実現される。

【0024】そして、本発明方法(請求項3)によれば、このような簡易な構成にて算出(推定)される、各車輪の補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。つまり、上記のように算出される各車輪の浮上パラメータ  $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$  夫々の補正係数は、各車輪の回転加速度の測定結果夫々の逆数であり、夫々0と異なる値として算出されるものなので、上記夫々の補正係数を乗算することによって補正された各車輪の補正後の浮上パラメータのうち、路面から浮上した車輪に対応するものだけが、0から大きく離れた値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪に対応するものは0と算出(推定)されることになる。即ち、本発明方法(請求項3)によれば、この各車輪の補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができるのである。

【0025】また、本発明方法(請求項3)では、路面から浮上した車輪があり、この車輪の回転加速度が、例えば、0を挟んだ所定値範囲内の値(0と異なる微小値)として検出される場合に、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、その絶対値が確実に大きい値として算出(推定)されるので、このような場合には、上記各車輪の補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態

をより正確に推定することができる。

【0026】つまり、例えば、車両の全ての車輪の中に、路面から浮上することにより路面からの摩擦力が加わっておらず、車両を駆動する駆動力発生源からの駆動力や、車両を制動する制動力発生源からの制動力も加わっていない車輪があれば、この車輪の回転加速度は0を挟んだ所定値範囲内の値(0と異なる微小値)として検出されることになるので、このような車輪における浮上パラメータの補正係数は、その絶対値が確実に1を超える値として算出され、その結果、この補正係数により補正されたこの車輪の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、その絶対値が確実に大きい値として算出されることになり、このような場合には、上記各車輪の補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態をより正確に推定することができるのである。

【0027】尚、本発明方法(請求項3)の態様にて、実際に各車輪の浮上パラメータの補正係数を算出する際には、車輪の回転加速度が0(或いは、絶対値が0に極めて近い値)と検出された場合に、この車輪の浮上パラメータの補正係数を0の逆数とする演算を行わないようにするため、車輪の回転加速度が0(或いは、絶対値が0に極めて近い値)と検出された場合には、例えば、この車輪の回転加速度として0と異なる所定値(比較的0に近い微小値が好ましい)を用いて、この車輪の浮上パラメータの補正係数を算出するか、或いは、この車輪の浮上パラメータの補正係数を、その絶対値が1より大きい所定値とすることが好ましい。

【0028】また、車輪の回転加速度が、その絶対値が1を超える値として検出された場合には、この車輪の浮上パラメータの補正係数を、例えば、検出された回転加速度の正負に応じて1、又は-1とするか、或いは、この車輪の補正前の浮上パラメータには補正係数を乗算しないようにしても良い。

【0029】このようにすれば、各車輪の補正後の浮上パラメータが、各車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、その絶対値が小さい値として算出(推定)されることを防止することができ、このように算出(推定)された補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を、さらに正確に推定することができる。

【0030】また、本発明方法(請求項3)の態様にて算出(推定)される補正後の各車輪の浮上パラメータにて、実際に各車輪の路面からの浮上状態を推定する際には、各車輪の浮上パラメータの補正係数を、単に各車輪の回転加速度の測定結果夫々の逆数として算出するのではなく、例えば、各車輪の回転加速度の測定結果夫々の絶対値の逆数として算出しても良い。

【0031】このようにすれば、各車輪の補正後の浮上パラメータを、0又は正の値として算出(推定)することができるので、車両の各車輪の路面からの浮上状態の

推定を容易に行うことができる。つまり、まず、各車輪の浮上パラメータの補正係数を、単に各車輪の回転加速速度の測定結果夫々の逆数として算出する場合は、各車輪の補正後の浮上パラメータが、0又は正負いずれかの値として算出（推定）されることになるので、この場合における車両の各車輪の路面からの浮上状態の推定は、例えば、正の値である第1評価係数及び負の値である第2評価係数を設定し、これら2つの評価係数を用いることにより行うことができる。

【0032】具体的には、各車輪の補正後の浮上パラメータのうち、第1評価係数より大きくなったもの（換言すれば、各車輪の補正後の浮上パラメータのうち正の値として算出（推定）されたもので、その絶対値が第1評価係数の絶対値より大きくなったもの）か、或いは第2評価係数より小さくなったもの（換言すれば、各車輪の補正後の浮上パラメータのうち負の値として算出（推定）されたもので、その絶対値が第2評価係数の絶対値より大きくなったもの）があれば、その補正後の浮上パラメータに対応する車輪が、路面から浮上した状態にあるとして推定することができるのである。

【0033】一方、各車輪の浮上パラメータの補正係数を、各車輪の回転加速速度の測定結果夫々の絶対値の逆数として算出する場合は、各車輪の補正後の浮上パラメータが、0又は正の値として算出（推定）されることになるので、この場合における車両の各車輪の路面からの浮

$$pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL)$$

$$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR)$$

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL)$$

（但し、VWFL：左前輪の回転速度、VWFR：右前輪の回転速度、VWRL：左後輪の回転速度、VWRR：右後輪の回転速度）にて定義される前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ のうち少なくとも2つを算出し、この算出結果に基づき、下記算出手順①～④にて、左前輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、右前輪の浮上パラメータ $p1FR$ 、左後輪の浮上パラメータ $p1RL$ 、及び右後輪の浮上パラメータ $p1RR$ を推定値として算出する。

【0037】①  $p1FL$ の算出手順：3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

②  $p1FR$ の算出手順：3つの関数値 $\max(pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

【0038】③  $p1RL$ の算出手順：3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

④  $p1RR$ の算出手順：3つの関数値 $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$ のうち少なくとも2つの関数値を乗算して算出する。

【0039】（但し、関数記号 $\max$ は、関数記号 $\max$ に続

上状態の推定は、例えば、正の値である評価係数（上記第1評価係数に対応する評価係数）を1つだけ設定し、この1つの評価係数だけを用いることにより行うことができる。

【0034】具体的には、各車輪の補正後の浮上パラメータのうち、この正の値である1つの評価係数より大きくなったものがあれば、その補正後の浮上パラメータに対応する車輪が路面から浮上した状態にあるとして推定することができる。即ち、この場合は、1つの評価係数だけを用いて各車輪の補正後の浮上パラメータの評価を行うことができるので、各車輪の路面からの浮上状態の推定が容易となるのである。

【0035】尚、各車輪の補正後の浮上パラメータを、0又は正の値として算出（推定）する具体的態様としては、上記のものに限らず、例えば、各車輪の補正前の浮上パラメータ夫々に、各車輪の回転加速速度の測定結果夫々の逆数として算出された補正係数を夫々乗算した後、得られた値夫々の絶対値を取って、各車輪の補正後の浮上パラメータとするものであっても良い。

【0036】一方、請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の発明方法を実現するための構成を備えた車両挙動推定装置の発明であり、まず、車両走行時に、車両の各車輪の回転速度を夫々車輪速度測定手段にて測定する。次に、浮上パラメータ推定手段にて、車輪速度測定手段にて測定された各車輪の回転速度に基づき下記3式

く括弧内の値、即ち、カンマで区切られた引数のうちの最大値を関数値として返す関数記号）

従って、本発明（請求項4）によれば、車両に通常取り付けられている車輪速度センサからの信号だけを用いる簡易な構成にて、車両の各車輪の浮上パラメータを算出（推定）することができ、この各車輪の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。

【0040】次に、請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の発明方法を実現するための構成を備えた車両挙動推定装置の発明であり、請求項4に記載の車両挙動推定装置に対して、さらに、まず、車両の各車輪の回転加速速度を夫々車輪加速度測定手段にて測定する。次に、補正係数算出手段にて、浮上パラメータ推定手段にて算出された各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々の補正係数として、車輪加速度測定手段にて測定された各車輪の回転加速速度夫々の逆数を算出する。そして、浮上パラメータ補正手段にて、補正係数算出手段にて算出された夫々の補正係数を各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々に乗算し、各車輪の浮上パラメータ $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$ 夫々を補正する。

【0041】従って、本発明（請求項5）によれば、車両に通常取り付けられている車輪速度センサからの信号だけを用いる簡易な構成にて、各車輪の浮上パラメータ  $p1FL$ 、 $p1FR$ 、 $p1RL$ 、 $p1RR$  夫々の補正係数によって補正された、各車輪の補正後の浮上パラメータを算出（推定）することができ、この各車輪の補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。

【0042】また、本発明（請求項5）によれば、路面から浮上した車輪があり、この車輪の回転加速度が、例えば、0を挟んだ所定値範囲内の値（0と異なる微小値）として検出される場合に、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、その絶対値が確実に大きい値として算出（推定）されるので、このような場合には、上記各車輪の補正後の浮上パラメータにて、車両の各車輪の路面からの浮上状態をより正確に推定することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施例を図面と共に説明する。まず、図1は、本発明の一実施例としての車両挙動推定装置が適用された車両転倒防止制御装置の全体的構成を表す概略構成図である。尚、本実施例の車両挙動推定装置は、フロントエンジン・フロントドライブ（FF）方式の車両に適用される。

【0044】図1に示す如く、この車両では、駆動力発生源としての内燃機関21から変速機22を介して出力される車両の駆動力（駆動トルク）が、ディファレンシャルギヤ23を介して左右の前輪（駆動輪）（左前輪24FL、右前輪24FR）に分配される。

【0045】また、車両の各車輪（左前輪24FL、右前輪24FR、左後輪24RL、右後輪24RR）には、各車輪24FL～24RRに制動力を与える油圧式のブレーキ装置（以下、ホイールシリンダとも記す）41FL、41FR、41RL、41RRが夫々設けられている。

【0046】そして、運転者によってブレーキペダル42が踏み込まれると、マスタシリンダ43からブレーキ油が圧送され、制動力発生源としての油圧回路40を介して、各ホイールシリンダ41FL～41RRに加わるブレーキ油圧が増圧され、各車輪24FL～24RRに制動力が加えられるよう構成されている。

【0047】また、さらに、各車輪24FL～24RRには、各車輪24FL～24RRの回転速度（以下、車

輪速度とも記す）を検出するため、請求項4の車輪速度測定手段としての車輪速度センサ31FL、31FR、31RL、31RRが夫々設けられている。

【0048】そして、車輪速度センサ31FL～31RRからの検出信号は、CPU、ROM、RAM等を備えたマイクロコンピュータを中心に構成された電子制御装置（ECU）30に入力され、ECU30は、車輪速度センサ31FL～31RRからの入力信号に基づき、運転者によるブレーキペダル42操作とは別に、油圧回路40内に設けられた各種アクチュエータ（図示はしない）を駆動して、各ホイールシリンダ41FL～41RRに加わるブレーキ油圧を調節することにより、各車輪24FL～24RRに加わる制動力を制御する。

【0049】即ち、ECU30は、車両走行（旋回）時に、車輪速度センサ31FL～31RRからの入力信号を用いて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を表す、車両の各車輪24FL～24RRの浮上パラメータを推定し、この各車輪24FL～24RRの浮上パラメータに応じて、車両の転倒（横転）を防止するよう、左右の前輪24FL、24FRのうち旋回外輪側（換言すれば、ステアリング操舵方向と反対側の車輪）の前輪に加わる制動力（ホイールシリンダ圧）を適宜増加させる車両転倒防止制御等を実行する。

【0050】次に、車両走行（旋回）時にECU30にて繰り返し実行される車両転倒防止制御処理について、図2に示すフローチャートに沿って説明する。図2に示す如く、車両転倒防止制御処理が開始されると、まず、S110（Sはステップを表す）にて、車輪速度センサ31FL～31RRからの検出信号を読み込む。そして、続くS120では、車輪速度センサ31FL～31RRからの入力信号を処理することにより、各車輪24FL～24RRの車輪速度  $VWFL$ 、 $VWFR$ 、 $VWRL$ 、 $VWRR$  を夫々検出する。

【0051】次に、S130では、S120にて検出された車輪速度  $VWFL$ ～ $VWRR$  を微分処理することにより、各車輪24FL～24RRの回転加速度（以下、車輪加速度とも記す） $AWFL$ 、 $AWFR$ 、 $AWRL$ 、 $AWRR$  を夫々検出する。具体的には、S120にて検出された車輪速度  $VWFL$ ～ $VWRR$  (m/sec) を用いた下記式（1）に基づき、車輪加速度  $AWFL$ ～ $AWRR$  (m/sec<sup>2</sup>) を夫々検出（算出）する。

【0052】

$$AW^{**} = (VW^{**}(n) - VW^{**}(n-1)) / Ts \quad \dots (1)$$

尚、上記式（1）において、 $^{**}$  は FL、FR、RL、及び RR（各車輪24FL～24RR）を表し、 $n$  は  $VW^{**}$ （即ち、 $VWFL$ ～ $VWRR$ ）の検出回数を示す。つまり、 $VW^{**}(n)$  は、今回フローにて（今回のサンプリング時において）検出された各車輪24FL～24RRの車輪速度  $VWFL$ ～ $VWRR$  であり、 $VW^{**}$

$^{**}(n-1)$  は、前回フローにて（前回のサンプリング時において）検出された各車輪24FL～24RRの車輪速度  $VWFL$ ～ $VWRR$  である。また、 $Ts$  は車輪速度  $VWFL$ ～ $VWRR$  を検出する時間的間隔（つまり、 $VW^{**}(n-1)$  を検出してから  $VW^{**}(n)$  を検出するまでの時間的間隔）であるサンプリング時間（例えば、0.0

0.8(sec))である。

【0053】そして、続くS140では、S120にて検出された車輪速度VWFL~VWRRに基づき、下記

$$pL = (VWFR + VWFL) - (VWRR + VWRL) \quad \cdots (2)$$

$$pX = (VWFR + VWRL) - (VWFL + VWRR) \quad \cdots (3)$$

$$pT = (VWFR + VWRR) - (VWFL + VWRL) \quad \cdots (4)$$

次に、S150では、上記式(2)~(4)を用いて算出された前後輪速度差pL、交差輪速度差pX、及び左右輪速度差pTの算出結果に基づき、下記式(5)~

(8)を用いて、各車輪24FL~24RRの浮上パラメータ(左前輪24FLの浮上パラメータp1FL、右

$$p1FL = \max(pL, 0) \cdot \max(-pX, 0) \cdot \max(pT, 0) \quad \cdots (5)$$

$$p1FR = \max(pL, 0) \cdot \max(pX, 0) \cdot \max(-pT, 0) \quad \cdots (6)$$

$$p1RL = \max(-pL, 0) \cdot \max(pX, 0) \cdot \max(pT, 0) \quad \cdots (7)$$

$$p1RR = \max(-pL, 0) \cdot \max(-pX, 0) \cdot \max(-pT, 0) \quad \cdots (8)$$

(但し、関数記号maxは、関数記号maxに続く括弧内の値、即ち、カンマで区切られた引数のうちの最大値を関数値として返す関数記号)

そして、S160では、上記式(5)~(8)を用いて算出(推定)された各車輪24FL~24RRの浮上パラメータp1FL~p1RR夫々の補正係数(p1FLの補正係数p2FL、p1FRの補正係数p2FR、p1RLの補正係数p2RL、p1RRの補正係数p2RR)として、S130にて検出された車輪加速度AWFL~AWRR夫々の逆数を算出する。

【0055】但し、本実施例では、上記夫々の補正係数p2FL~p2RRの算出の際に、まず、S130にて検出された車輪加速度AWFL~AWRR夫々の絶対値を取り、次いで、これらの絶対値の最小値を0.005、最大値を1で制限する補正を行い、上記夫々の補正係数p2FL~p2RRが、この車輪加速度AWFL~AWRR夫々の絶対値の補正値の逆数となるよう、下記式(9)~(12)を用いて、上記夫々の補正係数p2FL~p2RRの算出を行う。

【0056】

$$p2FL = 1 / |AWFL|H \quad \cdots (9)$$

$$p2FR = 1 / |AWFR|H \quad \cdots (10)$$

$$p2RL = 1 / |AWRL|H \quad \cdots (11)$$

$$p2RR = 1 / |AWRR|H \quad \cdots (12)$$

(但し、|AW\*\*|H(\*\*はFL、FR、RL、及びRRを表す)は、車輪加速度AWFL~AWRR夫々の絶対値|AW\*\*|(\*\*はFL、FR、RL、及びRRを表す)に対して、これらの絶対値の最小値を0.005、最大値を1で制限する補正を行った後の補正値を表す)

つまり、上記夫々の補正係数p2FL~p2RRの算出を行う際に、例えば、ある車輪の車輪加速度が絶対値で0.005より小さな値として検出された場合に、この車輪の補正係数を0の逆数とする演算を行わないようにするため、ある車輪の車輪加速度が絶対値で0.005

式(2)~(4)を用いて、前後輪速度差pL、交差輪速度差pX、及び左右輪速度差pTを夫々算出する。

前輪24FRの浮上パラメータp1FR、左後輪24RLの浮上パラメータp1RL、及び右後輪24RRの浮上パラメータp1RR)を推定値として算出する。

【0054】

より小さな値として検出された場合には、この車輪の車輪加速度の補正値を0.005とし、また、例えば、ある車輪の車輪加速度が絶対値で1を超える値として検出された場合に、この車輪の補正係数が0より大きく1より小さい値として算出されて、後述のS170の処理にて、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータより小さな値として算出(推定)されることを防止するため、ある車輪の車輪加速度が絶対値で1を超える値として検出された場合には、この車輪の車輪加速度の補正値を1とするのである。

【0057】そして、続くS170では、下記式(13)~(16)に示す如く、上記式(5)~(8)を用いて算出(推定)された各車輪24FL~24RRの浮上パラメータp1FL~p1RR夫々に、上記式(9)~(12)を用いて算出された上記夫々の補正係数p2FL~p2RRを乗算して、各車輪24FL~24RRの浮上パラメータp1FL~p1RR夫々を補正する。

【0058】

$$p3FL = p1FL \cdot p2FL \quad \cdots (13)$$

$$p3FR = p1FR \cdot p2FR \quad \cdots (14)$$

$$p3RL = p1RL \cdot p2RL \quad \cdots (15)$$

$$p3RR = p1RR \cdot p2RR \quad \cdots (16)$$

ここで、本実施例では、上記のように算出(推定)される、各車輪24FL~24RRの補正後の浮上パラメータp3FL~p3RRにて、車両の各車輪24FL~24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することができる。

【0059】つまり、まず、例えば、車両が右旋回走行を行っている際に、旋回内輪の後輪である右後輪24RRが路面から浮上していくと、右後輪24RRに加わる路面からの摩擦力が小さくなるため、S120にて検出された車輪速度VWFL~VWRRに基づいて上記式(2)及び(3)を用いて算出される前後輪速度差pL及び交差輪速度差pXが、共に負の値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、負の



値)となる。

【0060】また、この場合、車両は右旋回走行を行っているため、S120にて検出された車輪速度 $V_{WFL} \sim V_{WRR}$ に基づいて上記式(4)を用いて算出される左右輪速度差 $p_T$ も負の値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、負の値)となる。

【0061】従って、上記式(2)～(4)を用いて算出される前後輪速度差 $p_L$ 、交差輪速度差 $p_X$ 、及び左右輪速度差 $p_T$ の算出結果に基づき、上記式(5)～

(8)を用いて、各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p_{1FL} \sim p_{1RR}$ を算出(推定)すれば、路面から浮上した右後輪24RRの浮上パラメータ $p_{1RR}$ だけが正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪24FL、24FR、24RLの浮上パラメータ $p_{1FL}$ 、 $p_{1FR}$ 、 $p_{1RL}$ は0と算出(推定)される。

【0062】そして、車両の右後輪24RR以外の車輪が路面から浮上していく場合も、上記と同様に、浮上した車輪に対応する浮上パラメータだけが正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪の浮上パラメータは0と算出(推定)される。

【0063】また、一方、上記式(9)～(12)では、 $|AW*|H$ ( $*$ はFL、FR、RL、及びRRを表す)が正の値(0.005以上1以下の値)であるため、上記夫々の補正係数 $p_{2FL} \sim p_{2RR}$ が、夫々正の値(0と異なる値)として算出されることになる。

【0064】従って、上記式(13)～(16)を用いて算出(推定)される、各車輪24FL～24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ のうち、路面から浮上した車輪に対応するものだけが、0から大きく離れた値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪に対応するものは0と算出(推定)されることになる。即ち、本実施例によれば、この補正後の各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することができるのである。

【0065】また、さらに、本実施例では、路面から浮上した車輪があり、この車輪の車輪加速度が、例えば、0を挟んだ所定値範囲内の値(例えば、絶対値で0.005より小さい微小値)として検出される場合に、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、確実に大きい値として算出(推定)されるので、このような場合には、上記式(13)～(16)を用いて算出(推定)される、各車輪24F

L～24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態をより正確に推定することができる。

【0066】つまり、例えば、車両の全ての車輪24FL～24RRの中に、路面から浮上することにより路面からの摩擦力が加わっておらず、内燃機関21からの駆動力や、油圧回路40からの制動力(ホイールシリンダに加わるブレーキ油圧)も加わっていない車輪があれば、この車輪の車輪加速度は0を挟んだ所定値範囲内の値(例えば、絶対値で0.005より小さい微小値)として検出されることになるので、このような車輪における浮上パラメータの補正係数は、確実に1を超える値

(例えば、0.005の逆数)として算出され、その結果、この補正係数により補正された、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、確実に大きい値として算出されることになる。即ち、このような場合には、上記式(13)～(16)を用いて算出(推定)される、各車輪24FL～24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態をより正確に推定することができるのである。

【0067】尚、本実施例において、内燃機関21からの駆動力や、油圧回路40からの制動力(ホイールシリンダに加わるブレーキ油圧)も加わっていない車輪の具体的態様としては、例えば、油圧回路40からの制動力(ホイールシリンダ41RL、41RRに加わるブレーキ油圧)が加わっていない状態(例えば、運転者によるブレーキ操作が為されていない状態)における従動輪24RL、24RRや、内燃機関21からの駆動力が、内燃機関21と駆動輪24FL、24FRとを連結する変速機22、ディファレンシャルギヤ23等にて発生する機械的な摩擦力和釣合うことにより伝達されない状態となり(或いは、クラッチ(図示はしない)が切断されることにより、内燃機関21からの駆動力が伝達されない状態となり)、油圧回路40からの制動力(ホイールシリンダ41FL、41FRに加わるブレーキ油圧)も加わっていない状態(例えば、運転者によるブレーキ操作が為されていない状態)となった駆動輪24FL、24FRが考えられる。

【0068】そして、上記のようにして、S170の処理にて、各車輪24FL～24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ が算出(推定)されると、今度は、S180に移行する。S180では、右前輪24FRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FR}$ が評価係数 $k_1$ (0を挟んだ所定値範囲外の値であり、正の値である固定値)より大きいのか否かの判断を行う。

【0069】そして、S180にて右前輪24FRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FR}$ が評価係数 $k_1$ より大きいと判断された場合、つまり、右前輪24FRが路面から浮上し、車両が転倒(横転)する可能性が高いと判断

された場合は、S200に移行して、旋回外輪側（換言すれば、ステアリング操舵方向と反対側の車輪）の前輪を左前輪24FLであると判断し、油圧回路40内の各種アクチュエータ（図示はしない）を駆動して、左前輪24FLに加わる制動力、つまり、ホイールシリンダ41FLに加わるブレーキ油圧を適宜増加させて、右前輪24FRの補正後の浮上パラメータ $p3FR$ を減少させ（換言すれば、右前輪24FRが路面に接するようにし）、S210に移行する。

【0070】一方、S180にて右前輪24FRの補正後の浮上パラメータ $p3FR$ が評価係数 $k1$ より大きくはないと判断された場合、つまり、右前輪24FRが路面にグリップしていると判断された場合は、S190に移行して、今度は、右後輪24RRの補正後の浮上パラメータ $p3RR$ が評価係数 $k1$ より大きいとか否かの判断を行う。

【0071】そして、S190にて右後輪24RRの補正後の浮上パラメータ $p3RR$ が評価係数 $k1$ より大きいと判断された場合、つまり、右後輪24RRが路面から浮上し、車両が転倒（横転）する可能性が高いと判断された場合は、S180にて肯定判断された場合と同様に、S200に移行して、左前輪24FLに加わる制動力を適宜増加させて、右後輪24RRの補正後の浮上パラメータ $p3RR$ を減少させ（換言すれば、右後輪24RRが路面に接するようにし）、S210に移行する。

【0072】次に、S200における処理の後か、或いは、S190にて右後輪24RRの補正後の浮上パラメータ $p3RR$ が評価係数 $k1$ より大きくはないと判断された場合、つまり、右後輪24RRが路面にグリップしていると判断された場合は、S210に移行して、今度は、左前輪24FLの補正後の浮上パラメータ $p3FL$ が評価係数 $k1$ より大きいとか否かの判断を行う。

【0073】そして、S210にて左前輪24FLの補正後の浮上パラメータ $p3FL$ が評価係数 $k1$ より大きいと判断された場合、つまり、左前輪24FLが路面から浮上し、車両が転倒（横転）する可能性が高いと判断された場合は、S230に移行して、旋回外輪側（換言すれば、ステアリング操舵方向と反対側の車輪）の前輪を右前輪24FRであると判断し、油圧回路40内の各種アクチュエータ（図示はしない）を駆動して、右前輪24FRに加わる制動力、つまり、ホイールシリンダ41FRに加わるブレーキ油圧を適宜増加させて、左前輪24FLの補正後の浮上パラメータ $p3FL$ を減少させ（換言すれば、左前輪24FLが路面に接するようにし）、当該車両転倒防止制御処理を終了する。

【0074】一方、S210にて左前輪24FLの補正後の浮上パラメータ $p3FL$ が評価係数 $k1$ より大きくはないと判断された場合、つまり、左前輪24FLが路面にグリップしていると判断された場合は、S220に移行して、今度は、左後輪24RLの補正後の浮上パラ

メータ $p3RL$ が評価係数 $k1$ より大きいとか否かの判断を行う。

【0075】そして、S220にて左後輪24RLの補正後の浮上パラメータ $p3RL$ が評価係数 $k1$ より大きいと判断された場合、つまり、左後輪24RLが路面から浮上し、車両が転倒（横転）する可能性が高いと判断された場合は、S210にて肯定判断された場合と同様に、S230に移行して、右前輪24FRに加わる制動力を適宜増加させて、左後輪24RLの補正後の浮上パラメータ $p3RL$ を減少させ（換言すれば、左後輪24RLが路面に接するようにし）、当該車両転倒防止制御処理を終了する。

【0076】また、一方、S220にて左後輪24RLの補正後の浮上パラメータ $p3RL$ が評価係数 $k1$ より大きくはないと判断された場合、つまり、左後輪24RLが路面にグリップしていると判断された場合は、当該車両転倒防止制御処理を終了する。

【0077】尚、S130の処理は、請求項5の車輪加速度測定手段に相当し、S140～S150の処理は、請求項4の浮上パラメータ推定手段に相当し、S160の処理は、請求項5の補正係数算出手段に相当し、S170の処理は、請求項5の浮上パラメータ補正手段に相当する。

【0078】以上説明したように、本実施例では、S120にて測定（検出）された車両の各車輪24FL～24RRの車輪速度 $VWFL$ ～ $VWRR$ に基づき、式（2）～（4）を用いて前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ を夫々算出し（S140）、さらに、この前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ の算出結果に基づき、式（5）～（8）を用いて、車両の各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p1FL$ ～ $p1RR$ を推定値として算出する（S150）。

【0079】また、本実施例では、S130にて測定（検出）された車両の各車輪24FL～24RRの車輪加速度 $AWFL$ ～ $AWRR$ に基づき、式（9）～（12）を用いて車両の各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p1FL$ ～ $p1RR$ 夫々の補正係数 $p2FL$ ～ $p2RR$ を算出し（S160）、式（13）～（16）に示すように、この夫々の補正係数 $p2FL$ ～ $p2RR$ を各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p1FL$ ～ $p1RR$ 夫々に乗算して、各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p1FL$ ～ $p1RR$ 夫々を補正し（S170）、各車輪24FL～24RRの補正後の浮上パラメータ $p3FL$ ～ $p3RR$ を算出（推定）する。

【0080】このように、本実施例では、各車輪24FL～24RRの補正後の浮上パラメータ $p3FL$ ～ $p3RR$ を算出（推定）するのに際して、車両の各車輪24FL～24RRの車輪速度 $VWFL$ ～ $VWRR$ 及び車輪加速度 $AWFL$ ～ $AWRR$ だけを測定（検出）するが、

この車輪速度 $VWFL \sim VWRR$ 及び車輪加速度 $AWFL \sim AWRR$ は、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ に設けられた車輪速度センサ $31FL \sim 31RR$ からの信号を処理することにより検出することができる。即ち、本実施例では、車両に通常取り付けられている車輪速度センサ $31FL \sim 31RR$ からの信号だけを用いる簡易な構成にて、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ を算出（推定）することができるのである。

【0081】そして、本実施例では、このような簡易な構成にて算出（推定）される、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。

【0082】つまり、本実施例では、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ のうち、路面から浮上した車輪に対応するものだけが、0から大きく離れた値（換言すれば、0を挟んだ所定値（微小値）範囲外の値であって、正の値）として算出（推定）され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪に対応するものは0と算出（推定）されるので、この補正後の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を正確に推定することができるのである。

【0083】また、本実施例では、路面から浮上した車輪があり、この車輪の車輪加速度が、例えば、0を挟んだ所定値範囲内の値（例えば、絶対値で0.005より小さい微小値）として検出される場合に、この車輪における浮上パラメータの補正係数が、確実に1を超える値（例えば、0.005の逆数）として算出され、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、確実に大きい値として算出（推定）されるので、このような場合には、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態をより正確に推定することができる。

【0084】そして、さらに、本実施例では、このように算出（推定）される、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ に対する評価を行い（ $S180$ 、 $S190$ 、 $S210$ 、 $S220$ ）、路面から浮上した車輪があり、車両が転倒（横転）する可能性が高いと判断した場合は、左右の前輪 $24FL$ 、 $24FR$ のうち一方の制動力を適宜増加させ（ $S200$ 、 $S230$ ）、路面から浮上した車輪の補正後の浮上パラメータを減少させる（換言すれば、路面から浮上した車輪が路面に接するようにする）。従って、車両走行（旋回）時における車両の操縦安定性を高めることができる。

【0085】尚、本実施例において、式（5）～（8）

を用いて算出（推定）される各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ は、ある1つの車輪の浮上パラメータが正の値（換言すれば、0を挟んだ所定値（微小値）範囲外の値であって、正の値）として算出（推定）されると、他の車輪の浮上パラメータが0と算出（推定）されるものであり、例えば、車両の2つの車輪が路面から浮上した状態では、この各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ （延いては、補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ ）が、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の実際の路面からの浮上状態と対応しない値として算出（誤推定）されることになる。

【0086】しかし、上記のように2つの車輪が路面から浮上した状態となる前の、1つの車輪だけが路面から浮上する過渡的な状態においては、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ （延いては、補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ ）が、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の実際の路面からの浮上状態と対応した値として算出（推定）される。

【0087】従って、この過渡的な状態において、上記 $S200$ 、 $S230$ のように、左右の前輪 $24FL$ 、 $24FR$ のうち一方の制動力を適宜増加させて、路面から浮上した車輪の補正後の浮上パラメータを減少させれば（換言すれば、路面から浮上した車輪が路面に接するようにすれば）、実用上問題は無い。

【0088】また、一方、本実施例では、例えば、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ に、内燃機関21からの所定値以上の駆動力か、或いは、油圧回路40からの所定値以上の制動力（ホイールシリンダに加わるブレーキ油圧）が加わる急加減速時には、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の実際の路面からの浮上状態に関わらず、式（2）～（4）を用いて算出される前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、又は左右輪速度差 $pT$ の符号が入れ替わることがあるため、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ （延いては、補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ ）が、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の実際の路面からの浮上状態と対応しない値として算出（誤推定）される場合がある。

【0089】そこで、このような場合に対応するため、より好ましくは、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の駆動状態及び制動状態を、例えば、測定（検出）した車輪加速度 $AWFL \sim AWRR$ の大きさを評価することによって監視し、上記のような急加減速時には、本実施例の車両転倒防止制御処理によって、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ （延いては、補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ ）の推定を行うことを禁止するよう構成すると良い。

【0090】尚、上記のような急加減速時でない、車両の通常走行時には、2つの車輪が路面から浮上していない状態において、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラ

メータ  $p1FL \sim p1RR$  (延いては、補正後の浮上パラメータ  $p3FL \sim p3RR$ ) が、各車輪  $24FL \sim 24RR$  の実際の路面からの浮上状態と対応した値として算出 (推定) されるので、このような場合には、各車輪  $24FL \sim 24RR$  の補正後の浮上パラメータ  $p3FL \sim p3RR$  にて、車両の各車輪  $24FL \sim 24RR$  の路面からの浮上状態を、問題なく、正確に検出することができる。

【0091】以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を採ることができる。例えば、上記実施例では、本発明をフロントエンジン・フロントドライブ (FF) 方式の車両 (換言すれば、前輪駆動車) に適用した場合について説明したが、本発明は、フロントエンジン・リアドライブ (FR) 方式の車両 (換言すれば、後輪駆動車) に適用しても、上記実施例と同様の効果を得ることができる。

【0092】また、上記実施例では、各車輪  $24FL \sim 24RR$  の浮上パラメータ  $p1FL \sim p1RR$  を算出 (推定) する際、車輪速度  $VWFL \sim VWRR$  の測定 (検出) 結果に基づき、式 (2) ~ (4) を用いて前後輪速度差  $pL$ 、交差輪速度差  $pX$ 、及び左右輪速度差  $pT$  の全てを算出し、この算出結果に基づき、式 (5) ~ (8) を用いた算出 (推定) を行ったが、前後輪速度差  $pL$ 、交差輪速度差  $pX$ 、及び左右輪速度差  $pT$  のうち2つを算出し、下記算出手順①~④にて、各車輪  $24FL \sim 24RR$  の浮上パラメータ  $p1FL \sim p1RR$  を算出しても良い。

【0093】①  $p1FL$  の算出手順: 3つの関数値  $\max(pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$  のうち、算出された2つのパラメータ (前後輪速度差  $pL$ 、交差輪速度差  $pX$ 、及び左右輪速度差  $pT$  のうち2つ) を含んだ、2つの関数値を乗算して算出する。

【0094】②  $p1FR$  の算出手順: 3つの関数値  $\max(pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$  のうち、算出された2つのパラメータ (前後輪速度差  $pL$ 、交差輪速度差  $pX$ 、及び左右輪速度差  $pT$  のうち2つ) を含んだ、2つの関数値を乗算して算出する。

【0095】③  $p1RL$  の算出手順: 3つの関数値  $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(pX, 0)$ 、 $\max(pT, 0)$  のうち、算出された2つのパラメータ (前後輪速度差  $pL$ 、交差輪速度差  $pX$ 、及び左右輪速度差  $pT$  のうち2つ) を含んだ、2つの関数値を乗算して算出する。

【0096】④  $p1RR$  の算出手順: 3つの関数値  $\max(-pL, 0)$ 、 $\max(-pX, 0)$ 、 $\max(-pT, 0)$  のうち、算出された2つのパラメータ (前後輪速度差  $pL$ 、交差輪速度差  $pX$ 、及び左右輪速度差  $pT$  のうち2つ) を含んだ、2つの関数値を乗算して算出する。

【0097】(但し、関数記号  $\max$  は、関数記号  $\max$  に続く括弧内の値、即ち、カンマで区切られた引数のうちの

最大値を関数値として返す関数記号)

また、上記実施例では、車輪加速度  $AWFL \sim AWR$  の測定 (検出) 結果夫々の逆数 (具体的には、車輪加速度  $AWFL \sim AWR$  の測定 (検出) 結果夫々の絶対値の補正值の逆数) として、補正係数  $p2FL \sim p2RR$  を算出したが、路面から浮上した車輪がある場合に、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、常に大きい値として算出 (推定) されるよう、例えば、車輪加速度  $AWFL \sim AWR$  の測定 (検出) 結果を、内燃機関21から各車輪  $24FL \sim 24RR$  に伝達される駆動力 (駆動トルク) の測定 (検出) 結果、及び油圧回路40から各車輪  $24FL \sim 24RR$  に伝達される制動力 (制動トルク) の測定 (検出) 結果を用いて夫々補正し、この夫々の補正值の逆数として、上記補正係数  $p2FL \sim p2RR$  を算出しても良い。

【0098】つまり、例えば、路面から浮上した車輪に、内燃機関21からの駆動力 (駆動トルク) が伝達された状態であれば、この車輪には路面からの摩擦力が加わっていないため、この車輪の車輪速度が、他の路面に十分グリップした車輪の車輪速度に比べ、吹き上がることになり (換言すれば、この車輪の車輪加速度が、他の路面に十分グリップした車輪の車輪加速度に比べ、正方向に大きくなることになり)、また、例えば、路面から浮上した車輪に、油圧回路40からの制動力 (制動トルク) が伝達された状態であれば、この車輪の車輪速度が、他の路面に十分グリップした車輪の車輪速度に比べ、落ち込むことになる (換言すれば、この車輪の車輪加速度が、他の路面に十分グリップした車輪の車輪加速度に比べ、負方向に大きくなることになり) が、このように正負いずれかの方向に大きくなった車輪加速度を、この車輪に伝達される駆動力 (駆動トルク) 及び制動力 (制動トルク) の測定 (検出) 結果を用いて補正し、この車輪における浮上パラメータの補正係数を、例えば、0を挟んだ所定値範囲内の値 (0と異なる微小値) の逆数として算出すれば、この車輪の補正後の浮上パラメータを、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、常に大きい値として算出 (推定) することができるのである。

【0099】そして、上記のように車輪加速度  $AWFL \sim AWR$  の測定 (検出) 結果を補正して、補正係数  $p2FL \sim p2RR$  を算出する具体的態様としては、例えば、まず、各車輪  $24FL \sim 24RR$  に伝達される駆動トルク  $TeFL$ 、 $TeFR$ 、 $TeRL$ 、 $TeRR$ 、及び各車輪  $24FL \sim 24RR$  に伝達される制動トルク  $TbFL$ 、 $TbFR$ 、 $TbRL$ 、 $TbRR$  を夫々検出し、次いで、下記算出手順⑤~⑧にて、補正係数  $p2FL \sim p2RR$  を算出するものが考えられる。

【0100】⑤  $p2FL$  の算出手順: ( $TeFL + TbFL$ )  $\leq K$  の場合は、式 (9) を用いて  $p2FL$  を算出

し、 $(TeFL + TbFL) > K$ の場合は、式(9)において $|AWFL|H$ を0.005とした演算、即ち、 $p2FL = 1/0.005$ にて、 $p2FL$ を算出する。

【0101】⑥  $p2FR$ の算出手順： $(TeFR + TbFR) \leq K$ の場合は、式(10)を用いて $p2FR$ を算出し、 $(TeFR + TbFR) > K$ の場合は、式(10)において $|AWFR|H$ を0.005とした演算、即ち、 $p2FR = 1/0.005$ にて、 $p2FR$ を算出する。

【0102】⑦  $p2RL$ の算出手順： $(TeRL + TbRL) \leq K$ の場合は、式(11)を用いて $p2RL$ を算出し、 $(TeRL + TbRL) > K$ の場合は、式(11)において $|AWRL|H$ を0.005とした演算、即ち、 $p2RL = 1/0.005$ にて、 $p2RL$ を算出する。

【0103】⑧  $p2RR$ の算出手順： $(TeRR + TbRR) \leq K$ の場合は、式(12)を用いて $p2RR$ を算出し、 $(TeRR + TbRR) > K$ の場合は、式(12)において $|AWRR|H$ を0.005とした演算、即ち、 $p2RR = 1/0.005$ にて、 $p2RR$ を算出する。

【0104】(但し、駆動トルク $TeFL \sim TeRR$ のうち、従動輪の駆動トルクは常に0として上記算出を行う。また、 $K$ は所定値(定数)である。)

ここで、駆動トルク $TeFL \sim TeRR$ 及び制動トルク $TbFL \sim TbRR$ は車輪毎に異なる値であり、駆動トルク $TeFL \sim TeRR$ は、例えば、車両の内燃機関21の動作を制御するため通常取り付けられている各種センサからの信号を処理することにより検出されるエンジン回転数、変速比等や、車輪速度センサからの信号を処理することにより検出される車輪速度と、対応する駆動トルク $TeFL \sim TeRR$ との関係を予め設定したマップ(図示はしない)を使用することにより検出(推定)され、制動トルク $TbFL \sim TbRR$ は、例えば、油圧回路40内に設けられた各種アクチュエータ(図示はしない)の動作を制御するため通常取り付けられている各種センサからの信号を処理することにより検出されるマスタシリンダ内圧等と、対応する制動トルク $TbFL \sim TbRR$ との関係を予め設定したマップ(図示はしない)を使用することにより検出(推定)される。

【0105】つまり、上記算出手順⑤～⑧を用いて、補正係数 $p2FL \sim p2RR$ を算出する上記態様も、上記実施例の態様と同様、車両に通常取り付けられているセンサからの信号だけを用いる簡易な構成にて実現されるのである。そして、このように、上記算出手順⑤～⑧を用いて補正係数 $p2FL \sim p2RR$ を算出する態様では、路面から浮上した車輪がある場合に、この車輪の浮上パラメータの補正係数を、常に1を超える値(例えば、0.005の逆数)として算出することができるので、この車輪の補正後の浮上パラメータが、この車輪の補正前の浮上パラメータに比べ、常に大きい値として算出(推定)される。即ち、この態様では、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3$

$RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を一層正確に推定することができるのである。

【0106】尚、補正係数 $p2FL \sim p2RR$ を算出せず、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ だけを算出(推定)し、この各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を正確に推定することも可能である。

【0107】つまり、上述のように、路面から浮上した車輪に対応する浮上パラメータだけが正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップした車輪の浮上パラメータは0と算出(推定)されるので、この各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を正確に推定することができるのである。

【0108】そして、このように、各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を推定する態様は、例えば、各車輪 $24FL \sim 24RR$ に伝達される駆動力(駆動トルク)が同一となる四輪駆動車や、左右の車輪(左側の車輪 $24FL$ 、 $24RL$ 、及び右側の車輪 $24RL$ 、 $24RR$ )に伝達される制動力(制動トルク)が、左右の車輪で極端に異なることがないように制御するアンチスキッド制御機構が備えられた車両において、特に有効である。

【0109】つまり、このような車両においては、1つの車輪が路面から浮上すれば、この1つの車輪の車輪速度だけが、他の車輪の車輪速度と全く異なった値として検出されるので、この路面から浮上した車輪に対応する浮上パラメータだけが、0から十分離れた値(換言すれば、0を挟んだ所定値(微小値)範囲外の値であって、正の値)として算出(検出)され、他の車輪の浮上パラメータは0と算出(推定)されることになる。従って、補正係数 $p2FL \sim p2RR$ にて各車輪 $24FL \sim 24RR$ の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ を補正しなくても、補正前の浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ にて、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を、十分、正確に推定することができるのである。

【0110】また、一方、上記実施例と同様の手法にて測定(検出)された各車輪 $24FL \sim 24RR$ の車輪加速度 $AWFL \sim AWRR$ のうち、特定の1つの車輪の車輪加速度だけが、所定時間以上略0(換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範囲内の値)であれば、この車輪が路面から浮上した状態にあると推定するようにしても良く、この場合も、車両の各車輪 $24FL \sim 24RR$ の路面からの浮上状態を正確に推定することができる。

【0111】つまり、全ての車輪の車輪加速度 $AWFL \sim AWR$ のうち、特定の1つの車輪の車輪加速度だけが、所定時間以上略0（換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範囲内の値）であれば、他の車輪には少なくとも路面からの摩擦力が働き、この特定の1つの車輪には路面からの摩擦力が加わっておらず、内燃機関21からの駆動力や、油圧回路40からの制動力（ホイールシリンダに加わるブレーキ油圧）も加わっていないと推定できることから、この特定の1つの車輪が路面から浮上した状態にあると推定することができるのである。

【0112】尚、この態様においては、各車輪24FL $\sim$ 24RRの路面からの浮上状態を推定する際の推定誤差を防ぐため、車輪の車輪加速度が所定時間以上略0（換言すれば、所定時間以上、0を挟んだ所定値範囲内の値）として検出された場合に、この車輪が路面から浮上した状態にあると推定するが、この車輪の路面からの浮上を推定するために設定される、この車輪の車輪加速度が略0（0を挟んだ所定値範囲内の値）である時間（上記所定時間）は、例えば、車両（車種）毎に特有な、異なる時間として適宜設定すれば良い。

【0113】次に、上述した上記実施例の有する効果を裏付ける実験例について説明する。

【実験例】この実験では、上記実施例と同様の車両挙動推定装置が備えられた実験車両を旋回走行させた場合に、式（13） $\sim$ （16）を用いて算出（推定）される各車輪24FL $\sim$ 24RRの補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ にて、車両の各車輪24FL $\sim$ 24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することができるかを検証した。

【0114】この実験の結果について図3及び図4を用いて説明する。まず、図3（a）は、この実験車両において検出された、各車輪24FL $\sim$ 24RRの車輪速度 $VWFL \sim VWR$ の時間経過に対する変化を示したものである。

【0115】そして、図3（a）では、図中の略0 $\sim$ 1.3secの間の時間帯において、この実験車両の右側の車輪24FR、24RRの車輪速度 $VWFR, VWR$ が、左側の車輪24FL、24RLの車輪速度 $VWFL, VWR$ より大きい値として検出され、その後の時間帯（略1.3 $\sim$ 2.5secの間の時間帯）において、この車輪速度検出値の関係が逆転しているため、この実験車両では、左旋回走行中に、ステアリング（図示はしない）が右方向に操舵されたことが判る。

【0116】また、図3（a）では、上記のようにステアリングが右方向に操舵された後の時間帯（特に、略1.4 $\sim$ 2.3secの間の時間帯）において、右後輪24RRの車輪速度 $VWR$ が、右前輪24FRの車輪速度 $VWFR$ と大きく離れた値として検出され、このステアリングが右方向に操舵された後の時間帯における2箇所の時間帯（詳しくは、略1.7 $\sim$ 1.95secの間の

時間帯、及び略2.15 $\sim$ 2.3secの間の時間帯）において、右後輪24RRの車輪速度 $VWR$ だけが略一定（換言すれば、右後輪24RRの車輪加速度 $AWR$ だけが略0（0を挟んだ所定値範囲内の値）と検出される車輪速度）と検出されている。即ち、この実験車両では、上記2箇所の時間帯において、右後輪24RRが路面から浮上し、空転した状態（換言すれば、路面からの摩擦力が加わっておらず、内燃機関21からの駆動力や、油圧回路40からの制動力も加わっていない状態）となったと考えられる。

【0117】一方、図3（b） $\sim$ （d）は、図3（a）に示した車輪速度 $VWFL \sim VWR$ の測定（検出）結果に基づき、式（2） $\sim$ （4）を用いて算出された、前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ の時間経過に対する変化を夫々示したものである。尚、図3（b） $\sim$ （d）では、前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ が正の値として算出された部分を、 $+pL$ 、 $+pX$ 、及び $+pT$ として実線にて夫々示し、逆に負の値として算出された部分を、便宜的に符号を入換え、 $-pL$ 、 $-pX$ 、及び $-pT$ として、破線にて夫々示している。

【0118】また、一方、図4（a）は、図3（b） $\sim$ （d）に示した前後輪速度差 $pL$ 、交差輪速度差 $pX$ 、及び左右輪速度差 $pT$ の算出結果に基づき、式（5） $\sim$ （8）を用いて算出（推定）された、各車輪24FL $\sim$ 24RRの浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ の時間経過に対する変化を示したものである。

【0119】また、図4（b）は、図3（a）に示した車輪速度 $VWFL \sim VWR$ の測定（検出）結果を微分処理することにより検出された、各車輪24FL $\sim$ 24RRの車輪加速度 $AWFL \sim AWR$ （図示はしない）に基づき、式（9） $\sim$ （12）を用いて算出された、各車輪24FL $\sim$ 24RRの浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ 夫々の補正係数 $p2FL \sim p2RR$ の時間経過に対する変化を示したものである。

【0120】そして、図4（c）は、図4（a）に示した浮上パラメータ $p1FL \sim p1RR$ の算出（推定）結果と、図4（b）に示した補正係数 $p2FL \sim p2RR$ の算出結果とに基づき、式（13） $\sim$ （16）を用いて算出（推定）された、各車輪24FL $\sim$ 24RRの補正後の浮上パラメータ $p3FL \sim p3RR$ の時間経過に対する変化を示したものである。

【0121】尚、図4（b）、（c）では、図中の幾つかのパラメータ（図4（b）における補正係数 $p2FL \sim p2RR$ 、及び図4（c）における $p3RR$ ）が、グラフの縦軸の上限値に達した後に、その上限値で一定となるかのように示されている部分があるが、これは、この部分において、これらのパラメータが、グラフの縦軸の上限値を超えた値となっていることを示している。

【0122】そして、図4（c）から、各車輪24FL

～24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することができることが判る。つまり、図4(c)では、右後輪24RRが路面から浮上したと考えられる上記2箇所の時間帯において、右後輪24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3RR}$ が、評価係数 $k_1$ より大きな値として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップしていると考えられる車輪24FL、24FR、24RLの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL}$ 、 $p_{3FR}$ 、 $p_{3RL}$ が0と算出(推定)されていることから、補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することができることが判るのである。

【0123】従って、図3及び図4に示した実験結果から、式(13)～(16)を用いて算出(推定)される各車輪24FL～24RRの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL} \sim p_{3RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することができることを確認できた。

【0124】尚、図4(a)では、図3(a)で右後輪24RRの車輪速度 $V_{WRR}$ が、右前輪24FRの車輪速度 $V_{WFR}$ と大きく離れた値として検出された時間帯(略1.4～2.3secの間の時間帯)で、右後輪24RRの浮上パラメータ $p_{1RR}$ が、正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)され、他の路面から浮上していない、路面に十分グリップしていると考えられる車輪24FL、24FR、24RLの浮上パラメータ $p_{1FL}$ 、 $p_{1FR}$ 、 $p_{1RL}$ が0と算出(推定)されていることから、各車輪24FL～24RRの補正前の浮上パラメータ $p_{1FL} \sim p_{1RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することが可能であることも判る。

【0125】つまり、上記略1.4～2.3secの間の時間帯では、右後輪24RRが路面から浮上していくことにより、右後輪24RRに働く路面からの摩擦力が小さくなっていると考えられ(さらに、上記2箇所の時間帯では、右後輪24RRに路面からの摩擦力が加わっていないと考えられ)、右後輪24RRの浮上パラメータ $p_{1RR}$ は、このような、右後輪24RRが路面から浮上していく状態において、正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、正の値)として算出

(推定)されていることから、各車輪24FL～24RRの浮上パラメータ $p_{1FL} \sim p_{1RR}$ にて、車両の各車輪24FL～24RRの路面からの浮上状態を正確に推定することが可能であることも判るのである。

【0126】尚、図4(a)、(c)では、左前輪24FLの浮上パラメータ $p_{1FL}$ 、及び補正後の浮上パラメータ $p_{3FL}$ が、夫々正の値(換言すれば、0を挟んだ所定値範囲外の値であって、正の値)として算出(推定)されている時間帯があるが、左前輪24FLの補正後の浮上パラメータ $p_{3FL}$ が評価係数 $k_1$ より大きな値となることはなく、これらの時間帯においては、左前輪24FLが、路面から浮上していく過渡的な状態にあるものの、依然として、路面にグリップしている状態にあると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の車両挙動推定装置が適用された車両転倒防止制御装置の全体的構成を表す概略構成図である。

【図2】 電子制御装置(ECU)において実行される車両転倒防止制御処理を表すフローチャートである。

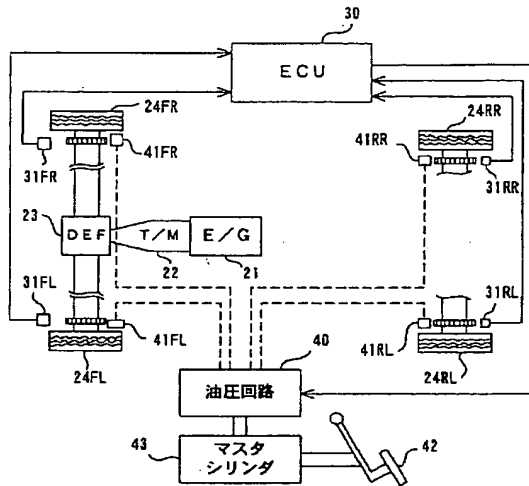
【図3】 実験例による検出結果を表すグラフである。

【図4】 実験例による検出結果を表すグラフである。

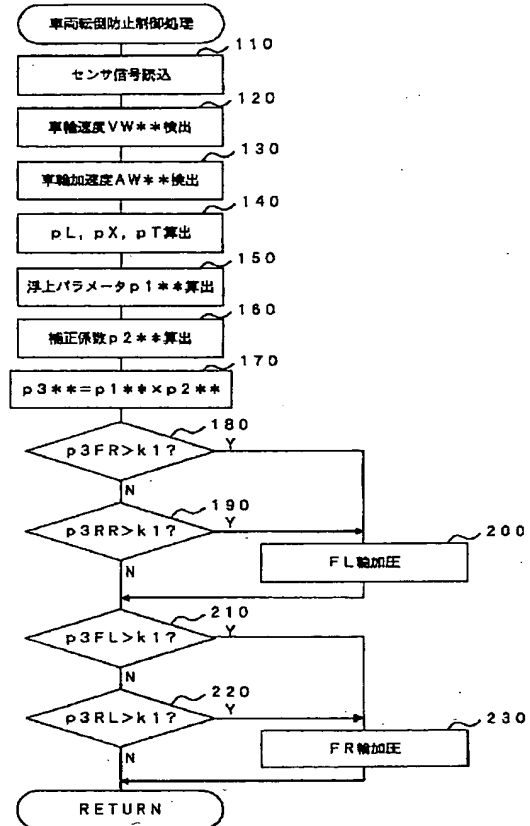
【符号の説明】

30…電子制御装置(ECU)、31FL、31FR、31RL、31RR…車輪速度センサ。

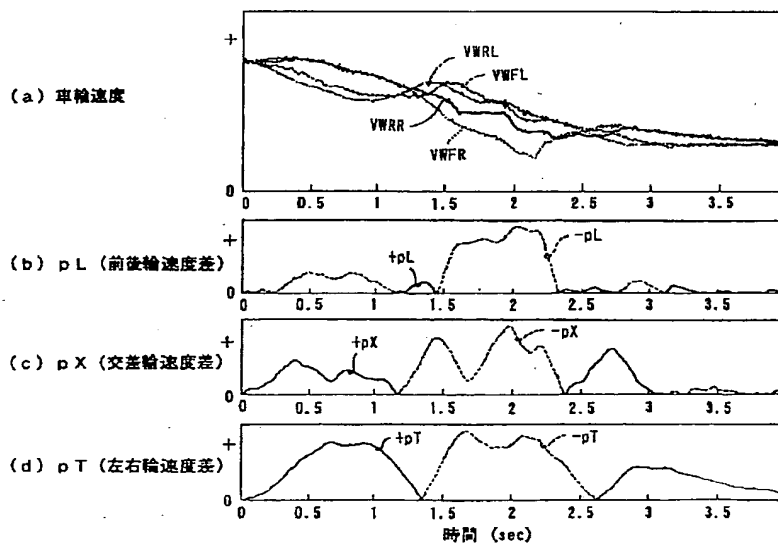
【図1】



【図2】

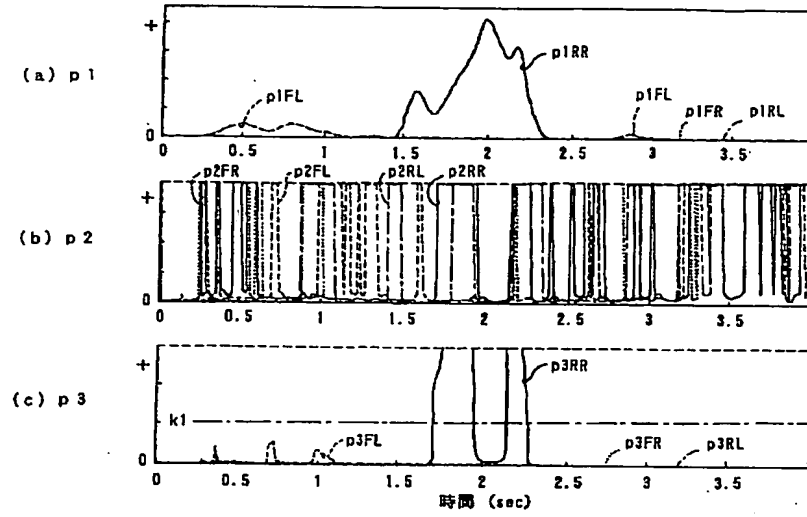


【図3】





【図4】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**